BIBLIOGRAFIE ȘCOLARĂ

liviu olenic

PROBLEME REZOLVATE DE CHIMIE ORGANICĂ PENTRU LICEE

dacia

Scanned with OKEN Scanner

LIVIU OLENIC

PROBLEME REZOLVATE DE CHIMIE ORGANICĂ

PENTRU LICEE

VOLUMUL I

Partea I

EDITURA „DACIA"
CLUJ-NAPOCA, 1992

Scanned with OKEN Scanner

ISBN 973-35-0276-6

Scanned with OKEN Scanner

CUVÎNT ÎNAINTE

Prezenta culegere cuprinde probleme rezolvate de chimie organică, ea fiind adresată în primul rînd elevilor din licee și cadrelor didactice din învățămîntul preuniversitar cît și absolvenților de liceu și tuturor celor care doresc aprofundarea chimiei organice prin parcurgerea unor probleme teoretice și calculative din acest domeniu. Culegerea se poate folosi pentru exersarea rezolvării exercițiilor și problemelor de chimie organică, alături de celelalte culegeri prezentate în bibliografie, cît și pentru pregătirea concursurilor școlare (olimpiade) și a examenelor de admitere la facultățile unde chimia organică este materie de examen. Toate problemele sînt rezolvate integral iar unde s-a considerat că este cazul s-au dat și explicații teoretice detaliate în strictă concordanță cu programele școlare și nivelul de cunoștințe și asimilare ale elevilor de liceu.

Culegerea este preconizată să apară în trei volume. Primul volum se referă la hidrocarburi, al doilea volum la derivații funcționali ai hidrocarburilor iar volumul trei va cuprinde alături de o serie de capitole referitoare la: nomenclatura compușilor organici, legăturile chimice, efecte electronice, mecanismele reacțiilor compușilor organici, sinteze de compuși organici și probleme recapitulative și teste tip admitere în cele mai variate forme.

Avînd speranța că această culegere va fi de folos celor cărora le este adresată aduc mulțumiri anticipate tuturor acelora care prin observațiile și îndrumările lor mă vor ajuta la eventualele corecții și îmbunătățiri și care în mod necesar vor fi aduse volumelor și edițiilor viitoare.

AUTORUL

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL 1.

INTRODUCERE ÎN CHIMIA ORGANICĂ. ENUNȚURI

1.1. Să se verifice dacă formulele moleculare de mai jos corespund unor substanțe reale. În caz afirmativ să se indice clasa de compuși (alifatici sau aromatici) căreia îi aparține substanța respectivă.

a) $C_{10}H_{10}N_2$; b) $C_6H_2O_2NCl_2$; c) $C_{12}H_7O_2NCl_2$; d) C_3H_4ON; e) $C_6H_{10}O_2N_4$; f) $C_3H_4O_3Cl_3$; g) $C_7H_8O_4NS$; h) $C_3H_7O_3NCl_4$.

1.2. Calculați formula moleculară a compușilor cu compoziția de mai jos:

a) %C = 53,33%; %H = 15,55%; %N = 31,11%. Substanța în stare de vapori are densitatea relativă în raport cu aerul egală cu 1,557;

b) hidrocarbura care conține 85,71%C și care are la 800 mm Hg și 27°C densitatea egală cu 2,395 kg/m³;

c) raportul masic C : H : O : N = 14,4 : 1 : 6,4 : 2,8. Substanța în stare de vapori are densitatea relativă în raport cu azotul egală cu 4,393;

d) hidrocarbura gazoasă în care la 5 grame carbon revin 0,555 grame hidrogen. Hidrocarbura are în condiții normale densitatea cu 38,41% mai mare decît densitatea aerului.

1.3. La 127°C și 400 mm Hg, 5,4 litri hidrocarbură cîntăresc 2,43 grame. Dacă din această hidrocarbură se ard 1,12 grame se formează 1,792 litri CO_2 măsurați în condiții normale. Determinați formula brută și moleculară a hidrocarburii.

1.4. Supunînd analizei elementare cantitative 2,67 grame compus organic se formează 2,21 litri CO_2 (măsurați la 27°C și 1 atm.), 1,89 grame apă și 0,168 litri azot (măsurat la 2 atm. și 0°C). Determinați compoziția în procente de masă a substanței analizate.

Scanned with OKEN Scanner

1.5. La analiza elementară cantitativă a unei hidrocarburi s-au obținut 3,52 grame CO_2 și 1,08 grame apă. Să se determine formula moleculară a hidrocarburii dacă ea are în condiții nor, male densitatea egală cu 2,41 g/l. Calculați volumul (în cm^3) de hidrocarbură supusă analizei.

1.6. Se supun arderii 442,43 ml hidrocarbură gazoasă măsurată la 200°C și 1000 mm Hg. Se formează 1 litru (măsurat în condiții normale) de CO_2 și 0,54 grame apă. Determinați formula moleculară a hidrocarburii.

1.7. O hidrocarbură are densitatea în raport cu aerul egală cu 1,522. Dacă se ard 1120 ml hidrocarbură (măsurați în condiții normale) se formează 3,69 litri CO_2 măsurați la 27°C. Care este formula moleculară a hidrocarburii și care a fost cantitatea (în grame) de apă rezultată la analiză?

1.8. La analiza elementară cantitativă a unei substanțe organice cu masa de 0,519 grame s-au format 67,2 ml SO_2, 33,6 ml N_2-0,189 grame apă, restul fiind CO_2. Cunoscînd că raportul masic C:O în substanța organică este egal cu 1,5 : 1 să se determine formula moleculară și procentuală a compusului analizat (volumele de SO_2 și N_2 sînt măsurate în condiții normale).

1.9. Se supune arderii complete 2 ml substanță organică lichidă ($\rho = 0{,}8$ Kg/dm^3) formîndu-se 0,82 l de dioxid de carbon măsurați la 27°C și 1,5 atm. precum și 1,8 grame apă. Determinați formula moleculară a acestei substanțe. Se mai cunoaște că 2 grame substanță organică ocupă la 327°C și 2 atm. un volum de 1,537 litri.

1.10. Într-o incintă cu volumul de 1000 cm^3 se află la 27°C și 1869,6 mm Hg o probă dintr-o hidrocarbură gazoasă. Prin arderea hidrocarburii rezultă 4,48 litri (condiții normale) de CO_2 și o cantitate de apă a cărei masă este de 4,88 ori mai mică decît masa de CO_2 rezultată. Determinați formula moleculară a hidrocarburii.

1.11. Un compus organic *A* are în moleculă doi atomi de oxigen iar raportul de mase C : H : O : N = 12 : 1 : 2,66 : 2,33. Deduceți formula procentuală a acestui compus. Arătați că formula moleculară a compusului A corespunde unei substanțe reale. Cărui tip de compuși îi aparține substanța *A*?

Scanned with OKEN Scanner

1.12. Să se determine compoziția procentuală a unei hidrocarburi lichide cunoscînd că prin combustia ei se formează CO_2 și H_2O în raport masic de 2,13 : 1. Calculați volumul de aer necesar arderii unei probe din această hidrocarbură cunoscînd că s-au format 200 ml CO_2 (măsurați în condiții normale).

1.13. Într-o hidrocarbură conținutul masic de carbon este cu 200 % mai mare decît conținutul masic de hidrogen. Care este formula moleculară a hidrocarburii?

1.14. Un amestec echimolar de oxigen și o substanță organică *A* ce conține în moleculă atomi de C, O, H formează prin ardere un amestec gazos echimolar ce conține numai CO_2 și H_2O. Să se afle formula moleculară a compusului *A* dacă are $M < 70$.

1.15. Într-o incintă sferică cu volumul de 15 litri se află la 27 °C și 2 atm. o hidrocarbură. Din incintă se scot în vederea combustiei 10 grame hidrocarbură, presiunea scăzînd la 1,718 atm. la aceeași temperatură. După arderea probei cu cantitatea stoechiometrică necesară de aer se formează un amestec gazos de CO_2 și N_2 în care raportul de masă este $CO_2 : N_2 = 0{,}241$. Să se determine formula moleculară a hidrocarburii.

1.16. Pentru precipitarea completă a ionilor de brom proveniți dintr-o probă de substanță organică a fost nevoie de 125 ml soluție 0,8 normală de $AgNO_3$. O probă identică a dat prin combustie 0,9 grame apă și un volum de CO_2 care prin reținere într-o soluție de NaOH a format o soluție de sare neutră cu volumul de 5 litri și concentrația normală de 0,02 n. Care este substanța analizată și care a fost masa probei supusă analizei? Substanța dată este formată numai din carbon, hidrogen și brom.

1.17. O substanță organică A este formată numai din carbon, azot, și hidrogen. Dacă se supun combustiei 6,2 grame din substanța A cu cantitatea stoechiometrică de oxigen se obțin, după condensarea vaporilor de apă, 11,6 grame amestec gazos cu densitatea relativă în raport cu aerul egală cu 1,337. Calculați formula procentuală a substanței A.

1.18. O probă dintr-o substanță organică A ce conține 27,11 % oxigen este supusă arderii cu oxigen formînd 4,4 grame CO_2, 0,56 litri (condiții normale), azot elementar și 2,25 grame apă. Se cere: a) cantitatea în grame de substanță supusă arderii;

Scanned with OKEN Scanner

b) formula brută a substanței A ; c) volumul de oxigen (condiții normale) consumat la ardere.

1.19. Să se determine formula brută și moleculară a unui compus organic cu $M < 100$ care conține în moleculă atomi de C, H, O și N știind că la 1 gram hidrogen corespund 5,14 grame carbon, că prin arderea unei probe din acest compus se formează CO_2 și N_2 în raport molar de 6 : 1 și că la ardere se consumă o masă de aer de 6,09 ori mai mare decît masa probei.

1.20. O substanță organică care conține carbon, oxigen și hidrogen în raportul masic de C : O : H = 6 : 8 : 1 este supusă arderii, obținînd 2 litri CO_2 (măsurați în condiții normale). Se cere : a) masa probei ; b) volumul de oxigen (condiții normale) consumat la ardere.

1.21. Să se determine formula moleculară a unei hidrocarburi gazoase care are la 143 °C și 1400 mm Hg densitatea de 2,266 g/l și al cărei conținut masic de carbon este de 6 ori mai mare decît cel de hidrogen.

1.22. Într-o substanță organică care conține carbon, oxigen și hidrogen conținutul de carbon este cu 50 % mai mare decît cel de oxigen și de 4 ori mai mare decît cel de hidrogen. Determinați formula brută și moleculară a compusului organic.

1.23. O substanță organică care conține în moleculă atomi de carbon, hidrogen și azot are raportul masic C : H = 12 : 1. Dacă s-ar arde o cantitate oarecare din substanța organică cu un exces de 20 % aer față de cel teoretic necesar s-ar obține un amestec gazos în care raportul molar este $N_2 : O_2 = 24,66$. Să se afle formula brută a substanței organice precum și formula de structură dacă compusul dat are aplicații industriale.

1.24. 0,5 moli dintr-un compus organic care nu conține sulf sînt supuși combustiei cu 523,81 grame aer (care reprezintă cantitatea teoretic necesară arderii). După condensarea vaporilor de apă formați, amestecul gazos rezultat este trecut printr-o soluție de hidroxid de calciu pînă la reținerea completă a unuia din componenți mai rămînînd nereținuți 330,4 litri (condiții normale) dintr-un gaz X. Cunoscînd că s-au consumat 30 litri soluție hidroxid de calciu 0,2 normală și că raportul masic este C : H = 10,28 : 1 (în substanța organică) determinați formula moleculară a compusului organic.

Scanned with OKEN Scanner

b) formula brută a substanței A ; c) volumul de oxigen (condiții normale) consumat la ardere.

1.19. Să se determine formula brută și moleculară a unui compus organic cu $M < 100$ care conține în moleculă atomi de C, H, O și N știind că la 1 gram hidrogen corespund 5,14 grame carbon, că prin arderea unei probe din acest compus se formează CO_2 și N_2 în raport molar de 6 : 1 și că la ardere se consumă o masă de aer de 6,09 ori mai mare decît masa probei.

1.20. O substanță organică care conține carbon, oxigen și hidrogen în raportul masic de C : O : H = 6 : 8 : 1 este supusă arderii, obținînd 2 litri CO_2 (măsurați în condiții normale). Se cere : a) masa probei ; b) volumul de oxigen (condiții normale) consumat la ardere.

1.21. Să se determine formula moleculară a unei hidrocarburi gazoase care are la 143 °C și 1400 mm Hg densitatea de 2,266 g/l și al cărei conținut masic de carbon este de 6 ori mai mare decît cel de hidrogen.

1.22. Într-o substanță organică care conține carbon, oxigen și hidrogen conținutul de carbon este cu 50 % mai mare decît cel de oxigen și de 4 ori mai mare decît cel de hidrogen. Determinați formula brută și moleculară a compusului organic.

1.23. O substanță organică care conține în moleculă atomi de carbon, hidrogen și azot are raportul masic C : H = 12 : 1. Dacă s-ar arde o cantitate oarecare din substanța organică cu un exces de 20 % aer față de cel teoretic necesar s-ar obține un amestec gazos în care raportul molar este $N_2 : O_2 = 24,66$. Să se afle formula brută a substanței organice precum și formula de structură dacă compusul dat are aplicații industriale.

1.24. 0,5 moli dintr-un compus organic care nu conține sulf sînt supuși combustiei cu 523,81 grame aer (care reprezintă cantitatea teoretic necesară arderii). După condensarea vaporilor de apă formați, amestecul gazos rezultat este trecut printr-o soluție de hidroxid de calciu pînă la reținerea completă a unuia din componenți mai rămînînd nereținuți 330,4 litri (condiții normale) dintr-un gaz X. Cunoscînd că s-au consumat 30 litri soluție hidroxid de calciu 0,2 normală și că raportul masic este C : H = 10,28 : 1 (în substanța organică) determinați formula moleculară a compusului organic.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL 1

INTRODUCERE ÎN CHIMIA ORGANICĂ. REZOLVĂRI

1.1. Pentru ca o formulă moleculară să fie reală trebuie respectate simultan două criterii : suma covalenţelor (S.C.) să fie număr par şi nesaturarea echivalentă (N.E.) să fie număr întreg şi pozitiv (inclusiv zero). Pentru o formulă moleculară de tipul $C_aH_bO_cN_dX_e$ nesaturarea echivalentă se calculează cu formula :

$$N.E. = \frac{(2a + 2) - (b - d + e)}{2}$$

a) $S.C. = 56$; $N.E. = 7$, compus aromatic polinuclear ; b) $S.C. = 35$; formula moleculară nu este reală ; c) $S.C. = 64$; $N.E. = 9$, compus aromatic polinuclear ; d) $S.C. = 21$; formula moleculară nu este reală ; e) $S.C. = 50$; $N.E. = 4$, compus aromatic mononuclear ; f) $S.C. = 25$; formula moleculară nu este reală ; g) $S.C. = 49$; formula moleculară nu este reală ; h) $S.C. = 32$; $N.E. = -1$; formula moleculară nu este reală.

1.2. a) $M = 1{,}557 \cdot 28{,}9 = 45$. Cu ajutorul formulei nr. atomi $= \frac{\% \cdot M}{A \cdot 100}$ unde M este masa moleculară a substanţei, A este masa atomică a elementului al cărui procent este notat cu % şi al cărui număr de atomi din formula moleculară se urmăreşte, se calculează : număr atomi C = 2 ; număr atomi H = 7 şi număr atomi N = 1. Formula moleculară C_2H_7N.

b) $\rho_0 = \rho \cdot \frac{p_0 T}{p T_0}$ de unde $\rho_0 = 2{,}50$ g/l iar $M = \rho_0 \cdot 22{,}4 = 56$. Similar ca la pct. a se calculează formula moleculară obţinîndu-se C_4H_8.

c) $M = 28 \cdot 4{,}393 = 123$

24,6 grame substanţă ... 14,4 g C ... 1 g H ... 6,4 g O ... 2,8 g N
123 grame substanţă ... x_1 g C ... x_2 g H ... x_3 g O ... x_4 g N

$x_1 = 72$ g C ; $x_2 = 5$ g H ; $x_3 = 32$ g O ; $x_4 = 14$ g N.

Scanned with OKEN Scanner

Raport atomic C : H : O : N = 6 : 5 : 2 : 1. Formula moleculară $C_6H_5O_2N$.

d) $\rho_{0,\text{hidroc.}} = \rho_{0,\text{aer}} + 0{,}3841 \cdot \rho_{0,\text{aer}} = 1{,}785$ g/l.

$M = 1{,}785 \cdot 22{,}4 = 40$. Notînd hidrocarbura cu C_xH_y avem $\frac{2x}{y} = \frac{5}{0{,}555} = 9$ și $12x + y = 40$ de unde $x = 3$, $y = 4$. Formula moleculară este C_3H_4.

1.3. În 1,792 litri CO_2 (c.n.) avem 0,96 grame carbon. În probă vom avea deci 0,96 g C și $1{,}12 - 0{,}96 = 0{,}16$ grame H_2. Se deduc procentele masice $\%C = 85{,}71\%$; $\%H = 14{,}29\%$. Formula brută este $(CH_2)_n$. Masa moleculară se calculează cu ajutorul ecuației de stare găsind valoarea $M = 28$. Rezultă valoarea pentru $n = 2$ iar formula moleculară a hidrocarburii date este C_2H_4.

1.4. În c.n. volumul de CO_2 este de $V_0 = \frac{VT_0}{T} = \frac{2{,}21 \cdot 273}{300} = 2{,}01$ litri. Masa de carbon conținută în CO_2 este $\frac{2{,}01}{22{,}4} \cdot 12 = 1{,}0767$g C ar conținutu procentual de C din probă este $\frac{1{,}0767}{2{,}67} \cdot 100 = 40{,}32\%$.

Masa de hidrogen conținută în H_2O este de $\frac{1{,}89}{18} \cdot 2 = 0{,}21$ g H, iar conținutul procentual de H din probă este $\frac{0{,}21}{2{,}67} \cdot 100 = 7{,}86\%$. În c.n. volumul de azot rezultat este de $2 \cdot 0{,}168 = 0{,}336$ litri, masa acestuia fiind de $\frac{0{,}336}{22{,}4} \cdot 28 = 0{,}42$ g. Conținutul procentual de azot din probă este de $\frac{0{,}42}{2{,}67} \cdot 100 = 15{,}73\%$. Procentul de oxigen se calculează prin diferența:

$$\%O = 100 - 40{,}32 - 7{,}86 - 15{,}73 = 36{,}09.$$

1.5. Cantitatea de carbon conținută în 3.52 g CO_2 este 0,96 g iar cantitatea de hidrogen din 1,08 g H_2O este de 0,12 g. Masa probei supusă analizei este de $0{,}96 + 0{,}12 = 1{,}08$. Conținuturile procentuale de C respectiv H din probă vor fi de 88,89% și 11,11%. Formula brută este $(CH_{1,5})_n$. Întrucît $M = 2{,}41 \cdot 22{,}4 = 54$ rezultă $n = 4$ și deci formula moleculară este C_4H_6. Numărul de moli de hidrocarbură din probă este de $\frac{1{,}08}{54} =$

Scanned with OKEN Scanner

$= 0{,}02$. Volumul probei în cm^3 (c.n.) este de $0{,}02 \cdot 22400 = 448\ cm^3$.

1.6. 1000 mm Hg reprezintă 1,315 atm. Numărul de moli de hidrocarbură supuși arderii este de $n = \frac{1{,}315 \cdot 0{,}44243}{0{,}082 \cdot 473} = 0{,}015$.

Din arderea probei rezultă 1 litru CO_2 care reprezintă $\frac{1}{22{,}4} = 0{,}0446$ moli CO_2 precum și 0,54 g H_2O care reprezintă $\frac{0{,}54}{18} = 0{,}03$ moli H_2O.

0,015 moli hidrocarbură ....0,0446 moli CO_2....0,03 moli H_2O

1 mol hidrocarbură.... x_1 moli CO_2....x_2 moli H_2O

$x_1 = 3$ moli CO_2; $x_2 = 2$ moli H_2O

Dacă la arderea unui mol de hidrocarbură cu formula C_xH_y rezultă 3 moli CO_2 și 2 moli H_2O rezultă că $x = 3$ și $y = 4$. Formula moleculară este C_3H_4.

1.7. $M = 1{,}522 \cdot 28{,}9 = 44$

1120 ml hidrocarbură reprezintă $\frac{1{,}12}{22{,}4} = 0{,}05$ moli

Cu ajutorul ecuației de stare se calculează număr moli $CO_2 = 0{,}15$.

0,05 moli hidrocarbură .... 0,15 moli CO_2

1 mol hidrocarbură .... x moli CO_2

$x = 3$ moli

Rezultă că hidrocarbura are 3 atomi de carbon în moleculă. Deoarece $M = 44$ rezultă că numărul atomilor de hidrogen din moleculă este de $44 - 36 = 8$. Deci C_3H_8 va fi formula moleculară.

$$C_3H_8 + 5\ O_2 = 3\ CO_2 + 4\ H_2O$$

La arderea a 0,05 moli hidrocarbură se vor forma 0,8 moli H_2O adică 3,6 g H_2O.

1.8. Masa de sulf din SO_2, respectiv din probă este de $\frac{32 \cdot 0{,}0672}{22{,}4} = 0{,}096$ grame. Masa de azot din probă este de $\frac{28 \cdot 0{,}0336}{22{,}4} = 0{,}042$ grame azot. Masa de hidrogen de $\frac{2 \cdot 0{,}189}{18} = 0{,}021$ g H.

Masa de carbon și oxigen din probă este $0{,}519 - 0{,}096 - 0{,}042 - 0{,}021 = 0{,}36$ g. Notînd cu x — masa de carbon din probă și cu y, masa de oxigen, avem sistemul $x + y = 0{,}36$ și $\frac{x}{y} = 1{,}5$ de unde $x = 0{,}216$ g C și $y = 0{,}144$ g O. Formula

Scanned with OKEN Scanner

procentuală este: %C = 41,61%; %H = 4,04%; %S = 18,49%; %O = 27,74 și %N = 8,08%.
Formula brută și moleculară se calculează după algoritmul obișnuit $C_6H_7NO_3S$.

1.9. Masa de substanță organică supusă arderii este de $2 \cdot 0{,}8 = 1{,}6$ grame. Cu ecuația de stare se determină că masa moleculară este 32. În condiții normale volumul de CO_2 rezultat este de $\frac{1{,}5 \cdot 273 \cdot 0{,}082}{1 \cdot 300}$, deci $V_0 = 1{,}12$ litri iar cantitatea de C din probă este de $\frac{1{,}12 \cdot 12}{22{,}4} = 0{,}6$ g. Cantitatea de H din probă este egală cu $\frac{1{,}8 \cdot 2}{18} = 0{,}2$ grame. Procentele de carbon și hidrogen din compusul organic vor fi de 37,5% și respectiv 12,5%. Procentul de O se calculează prin diferența %O = 100 — 37,5 — 12,5 = 50%. Apoi se determină formula moleculară pe calea obișnuită: CH_4O.

1.10. Presiunea din incintă este de 2,46 atm. Cu ajutorul ecuației de stare se calculează numărul de moli de hidrocarbură: 0,1 moli. Din ardere rezultă $\frac{4{,}48}{22{,}4} = 0{,}2$ moli CO_2, adică 8,8 g CO_2. Masa de H_2O formată este de $\frac{8{,}8}{4{,}88} = 1{,}8$ g H_2O reprezentînd 0,1 moli. Prin arderea a 0,1 moli hidrocarbură C_xH_y s-au format 0,2 moli CO_2 și 0,1 moli H_2O. Din ecuația de ardere:

$$C_xH_y + \left(x + \frac{y}{4}\right) O_2 = xCO_2 + \frac{y}{2} H_2O$$ deducem formula C_2H_2.

1.11. $\%C = \frac{12}{12 + 1 + 2{,}66 + 2{,}33} 100 = \frac{12}{18} 100 = 66{,}66\%$;

$\%H = \frac{1}{18} 100 = 5{,}55\%$

$\%O = \frac{2{,}66}{18} 100 = 14{,}77\%$;

$\%N = \frac{2{,}33}{18} 100 = 12{,}94\%$.

Se deduce formula brută $(C_6H_6NO)_n$. Conform enunțului $n = 2$. Formula moleculară $C_{12}H_{12}N_2O_2$. Se verifică dacă este respectată paritatea sumei covalențelor (70) și că $N.E. = 8$. Substanța A este un compus aromatic polinuclear.

Scanned with OKEN Scanner

1.12. În 2,13 grame CO_2 sînt $\frac{2,13 \cdot 12}{44} = 0,5809$ grame carbon iar într-un gram de H_2O sînt $\frac{2}{18} = 0,1111$ grame hidrogen.

$\%C = \frac{0,5809}{0,6920} 100 = 83,94\%$ iar $\%H = \frac{0,1111}{0,6920} 100 = 16,06\%$.

200 ml CO_2 au masa de 392,85 mg CO_2. Se formează și 184,43 mg H_2O. Cantitățile de oxigen conținute în CO_2 și H_2O sînt de 285,70 mg și de 163,93 mg în total 449,63 mg oxigen. În condiții normale volumul de oxigen necesar este de $\frac{449,63}{32} \cdot 22,4 =$ $= 314,74$ ml O_2. Volumul de aer este de 1573,70 ml (c.n.).

1.13. C_xH_y.

$12x = y + \frac{200}{100} \cdot y$; $12x = 3y$ de unde $y = 4x$

C_xH_{4x} sau $(CH_4)_x$. Singura formulă moleculară reală corespunde la $x = 1$; CH_4 — metanul.

1.14. $C_xH_yO_z + \frac{2x + \frac{y}{2} - z}{2} O_2 \rightarrow xCO_2 + \frac{y}{2} H_2O$

Conform enunțului amestecul de CO_2 și H_2O este echimolar și deci $y = 2x$. Rescriem ecuația:

$$C_xH_{2x}O_z + \frac{3x - z}{2} O_2 \rightarrow x\,CO_2 + x\,H_2O$$

Deoarece și amestecul substanței A cu O_2 este echimolar rezultă

$$1 = \frac{3x - z}{2} \text{ de unde } z = 3x - 2$$

Formula substanței A se poate scrie sub forma $C_xH_{2x}O_{3x-2}$.
$M = 62x - 32$. Pentru $x = 1$ avem $M = 30$, pentru $x = 2$, $M = 0,2$. Deci $x = 1$.
Formula moleculară este CH_2O

1.15. Inițial, în incintă avem $n_1 = \frac{2 \cdot 15}{0,082 \cdot 300} = 1,219$ moli hidrocarbură. În final avem $n_2 = \frac{1,718 \cdot 15}{0,082 \cdot 300} = 1,047$ moli.

Scanned with OKEN Scanner

Deci 10 g hidrocarbură reprezintă $1,219 - 1,047 = 0,172$ moli, de unde $M = 58$.

$$C_xH_y + \left(x + \frac{y}{4}\right) O_2 + 4\left(x + \frac{y}{4}\right) N_2 \rightarrow xCO_2 + \frac{y}{2} H_2O + 4\left(x + \frac{y}{4}\right) N_2$$

Din $M = 58$ avem că $12x + y = 58$

Raportul maselor de CO_2 și N_2 rezultat la arderea unui mol este: $\frac{44x}{4\left(x + \frac{y}{4}\right) \cdot 28} = 0,241$. Prin rezolvarea sistemului format de cele două ecuații în x și y rezultă $x = 4$; $y = 10$.

Formula moleculară este C_4H_{10}.

1.16. În 100 ml soluție $AgNO_3$ 0,8 normală sînt 0,1 echivalenți gram de $AgNO_3$ care vor precipita 0,1 echivalenți gram de brom, adică $0,1 \cdot 80 = 8$ g brom.

În 5 litri soluție 0,02 n de Na_2CO_3 sînt 0,1 echivalenți gram de Na_2CO_3. Pentru formarea a 0,05 moli Na_2CO_3 s-au consumat 0,05 moli CO_2 și care conțin 0,6 g carbon provenit din probă. În 0,9 g apă avem 0,1 g hidrogen.

Deci raportul masic este $C : H : Br = 0,6 : 0,1 : 8$. Se deduce formula brută $(CH_2Br_2)_n$. Singura valoare acceptabilă pentru n este 1, deoarece pentru $n = 2$ rezultă $N.E. < 0$.

Formula moleculară este CH_2Br_2.

Proba supusă analizei a conținut 0,05 moli substanță. Masa probei este deci $0,05 \cdot 174 = 8,7$ grame.

1.17. Deoarece substanța A este formată din carbon, hidrogen și azot prin combustie cu cantitatea stoechiometrică de oxigen va forma CO_2, H_2O și N_2. Deci amestecul gazos obținut după condensarea vaporilor de apă va conține CO_2 și N_2 și va avea masa moleculară medie $M = 1,337 \cdot 28,9 = 38,64$. Din valoarea lui M se pot calcula fracțiile molare ale CO_2 și N_2. Notînd cu x și y fracțiile molare ale CO_2 și respectiv N_2 avem că:

$$x + y = 1$$

$44x + 28y = 38,64$ de unde $x = 0,665$, $y = 0,335$

11,6 g amestec reprezintă $\frac{11,6}{38,64} = 0,3$ moli. Numărul de moli de CO_2 din amestec este de $0,3 \cdot 0,665 = 0,2$ moli iar numărul de moli de N_2 este $0,3 \cdot 0,335 = 0,1$ moli N_2.

Scanned with OKEN Scanner

Cantitatea în grame de carbon și azot din probă va fi $0,2 \cdot 12 = 2,4$ g C și respectiv $0,1 \cdot 28 = 2,8$ g N. De unde rezultă imediat compoziția în procente de masă a substanței A:
$\%C = 38,71\%$; $\%N = 45,16\%$; $\%H = 16,13\%$.

1.18. a) 4,4 g CO_2 conțin 1,2 g carbon, 2,25 g apă conțin 0,25 g hidrogen iar 0,56 litri N_2 au masa de 0,7 grame. Prin urmare: Masa carbon + masa hidrogen + masa azot din probă $= 1,2 + 0,25 + 0,7 = 2,15$ grame.
$\%C + \%H + \%N = 100 - \%O = 100 - 27,11 = 72,89\%$.
Rezultă că masa probei supusă analizei va fi $2,15 \cdot \frac{100}{72,89} = 2,95$ g.

b) În probă vor fi $2,95 - 2,15 = 0,8$ g oxigen. Raportul masic $C : H : O : N = 1,2 : 0,25 : 0,8 : 0,7$ de unde se deduce imediat formula brută $(C_2H_5ON)_n$.

c) Cantitatea de oxigen din 4,4 CO_2 este de 3,2 grame. În 2,25 g apă avem 2 g oxigen. Masa de oxigen consumată la ardere = masa oxigen din CO_2 + masa oxigen din H_2O − masa oxigen din probă $= 3,2 + 2 - 0,8 = 4,4$ g, care în c.n. ocupa un volum de 3,08 litri.

1.19. $$C_xH_yN_zO_v + \frac{2x + \frac{y}{2} - v}{2} O_2 \rightarrow xCO_2 + \frac{y}{2} H_2O + \frac{z}{2} N_2$$

Conform enunțului $\frac{12x}{y} = 5,14$; $y = 2,33\ x$ (1)

$$\frac{x}{\frac{z}{2}} = \frac{6}{1}; \quad z = 0,33x \tag{2}$$

Amintind că $M_{aer} = 28,9$ avem pentru 20% O_2 în aer:

$$\frac{\left(2x + \frac{y}{2} - v\right) \cdot 5 \cdot 28,9}{(12x + y + 14z + 16v) \cdot 2} = 6,09 \tag{3}$$

După înlocuirea lui z și y cu valorile din (2) respectiv (1) în ecuația (3) obținem că $v = 0,66x$. Formula brută a substanței devine $(CH_{2,33}O_{0,66}N_{0,33})_x$. Soluția acceptabilă chimic este pentru $x = 3$. $C_3H_7O_2N$, deoarece pentru $x > 3$ se obțin pentru M valori mai mari ca 100 fapt care contrazice condiția impusă în enunț.

1.20. a) 2 litri CO_2 reprezintă 0,089 moli CO_2 care conțin 1,068 g carbon. Masa de oxigen din probă este egală cu

Scanned with OKEN Scanner

$\frac{8}{6} \cdot 1{,}068 = 1{,}424$ g iar masa de hidrogen cu $\frac{1}{6} \cdot 1{,}068 = 0{,}178$ g.
Masa probei $= 1{,}068 + 1{,}424 + 0{,}178 = 2{,}67$ grame.

b) 0,089 moli CO_2 conţin $0{,}089 \cdot 32 = 2{,}848$ g oxigen. 0,178 g hidrogen se combină cu 1,424 g oxigen pentru a forma H_2O. Masa oxigenului consumat la ardere = masa oxigen conţinut în CO_2 + masa oxigen conţinut în H_2O − masa oxigen conţinut în probă $= 2{,}848 + 1{,}424 - 1{,}424 = 2{,}848$ grame. În c.n. volumul de oxigen consumat la ardere este $\frac{2{,}848}{32} \cdot 22{,}4 = 2$ litri.

1.21. Notînd cu C_xH_y hidrocarbura, avem $\frac{12x}{y} = 6$ de unde $y = 2x$. Formula brută a hidrocarburii este C_xH_{2x} sau $(CH_2)_x$. În condiţii normale densitatea hidrocarburii este:

$$\rho_0 = \rho \cdot \frac{p_0 \cdot T}{p \cdot T_0} = \frac{2{,}266 \cdot 760 \cdot 416}{1400 \cdot 273} = 1{,}874 \text{ g/l.}$$

Masa $= 1{,}874 \cdot 22{,}4 = 42$; $x = 3$.
Formula moleculară este C_3H_6.

1.22. Notăm formula substanţei cu $C_xH_yO_z$. Avem $\frac{12x}{y} = 4$ de unde $y = 3x$; $12x = 16z + \frac{50}{100} \cdot 16z$. Obţinem $z = \frac{x}{2}$. Cu acestea formula substanţei devine $C_xH_{3x}O_{x/2}$. Singura formulă moleculară care este reală corespunde pentru $x = 2$ şi anume C_2H_6O. Pentru $x \geqslant 3$, $N.E. = \frac{2-x}{2}$ devine număr negativ, cazuri care nu corespund chimic.

1.23. $$C_xH_yN_z + \left(x + \frac{y}{4}\right) O_2 + 4\left(x + \frac{y}{4}\right) N_2 \rightarrow xCO_2 + \frac{y}{2} H_2O +$$
$$+ 4\left(x + \frac{y}{4}\right) N_2 + \frac{z}{2} N_2$$

Dacă arderea se face cu 20% aer în exces avem ecuaţia:

$$C_xH_yN_z + 1{,}2\left(x + \frac{y}{4}\right) O_2 + 4{,}8\left(x + \frac{y}{4}\right) N_2 \rightarrow xCO_2 + \frac{y}{2} H_2O +$$
$$+ 0{,}2\left(x + \frac{y}{4}\right) O_2 + 4{,}8\left(x + \frac{y}{4}\right) N_2 + \frac{z}{2} N_2$$

Scanned with OKEN Scanner

Din valoarea raportului masic C : H deducem că :

$$\frac{12x}{y} = \frac{12}{1} \text{ de unde } x = y \qquad (1)$$

Din valoarea raportului molar $N_2 : O_2$ din amestecul rezultat la ardere avem :

$$\frac{4{,}8\left(x + \frac{y}{4}\right) + \frac{z}{2}}{0{,}2\left(x + \frac{y}{4}\right)} = 24{,}66 \qquad (2)$$

Din (1) și (2) rezultă $x = 3z$.

Formula moleculară devine $C_xH_xN_{x/3}$ care pentru $x = 3$ dă C_3H_3N sau $CH_2 = CH - CN$ acrilonitrilul.

1.24. Gazul X este azotul. În soluția de $Ca(OH)_2$ se reține CO_2.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

În 30 litri soluție 0,2 n de $Ca(OH)_2$ avem 6 echivalenți gram de $Ca(OH)_2$ adică 3 moli $Ca(OH)_2$. Ei vor reține 3 moli CO_2, care provin din 0,5 moli compus organic. Avem deci 6 atomi de C în molecula substanței organice. S-au introdus la ardere $\frac{523{,}81}{28{,}9} = 18{,}12$ moli aer care conțin 14,5 moli azot. În c.n. această cantitate de azot ocupă un volum de 324,8 litri. Rezultă că diferența de 330,4 — 324,8 = 5,6 litri N_2 reprezintă volumul de azot provenind din substanța organică. Din 0,5 moli compus organic rezultă 5,6 litri N_2 adică 0,25 moli N_2. Deducem că dintr-un mol de compus organic vor rezulta 0,5 moli N_2 respectiv că în molecula compusului organic avem 1 atom de azot. Din raportul masic C : H = 10,28 : 1 și din faptul că în molecula compusului organic avem 6 atomi de carbon deducem că masa de hidrogen conținută într-un mol este de $\frac{12 \cdot 6}{10{,}28} = 7$, adică în molecula substanței organice avem 7 atomi de H. Trebuie verificat dacă există oxigen. Cu observațiile de mai sus formula compusului organic se poate scrie sub forma $C_6H_7NO_x$

$$2C_6H_7NO_x + \frac{31 - 2x}{2} O_2 \rightarrow 12CO_2 + 7H_2O + N_2$$

Scanned with OKEN Scanner

Numărul de moli de O_2 consumați la ardere este de $18,125 \cdot 0,2 = 3,62$

2 moli compus organic . . . . . $\frac{31 - 2x}{2}$ moli O_2

0,50 moli compus organic . . . . . 3,62 moli O_2

$x = 1$

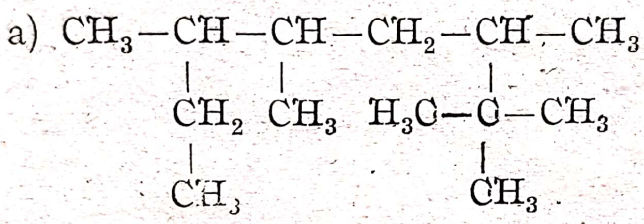
Deci formula substanței organice este C_6H_7ON

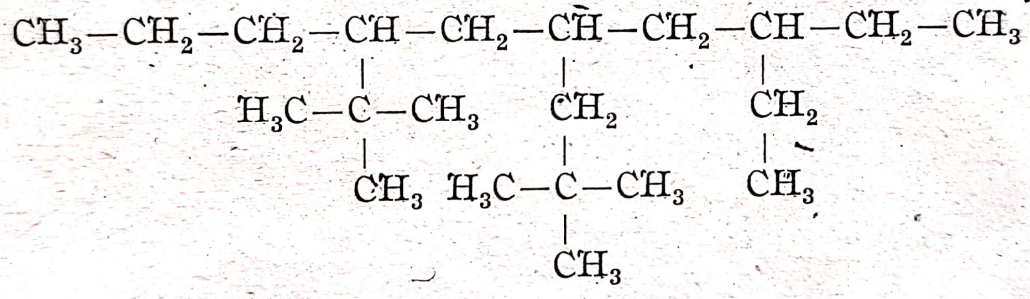
Scanned with OKEN Scanner

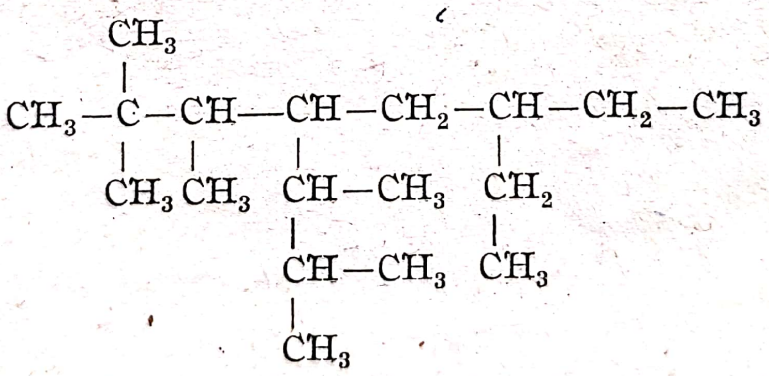
CAPITOLUL 2

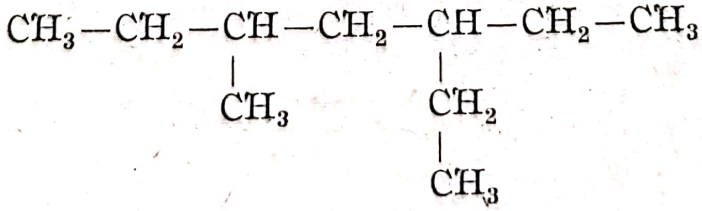
HIDROCARBURI SATURATE. ENUNȚURI

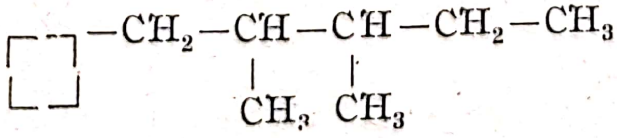
2.1. Denumiți compușii organici de mai jos:

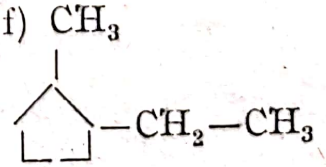
a) 

b) 

c) 

d) 

e) 

f) 

2.2. Scrieți formulele de structură ale următorilor compuși:
a) 3-etil-5-izobutil-4-izopropil-3,7-dimetilnonan
b) 4-etil-7,9-bis(2-metilbutil)-6-propiltetradecan
c) 3,3,4-trimetil-6-neopentildecan

2.3. Scrieți și denumiți toate hidrocarburile saturate corespunzînd formulei moleculare: C_4H_{10}, C_5H_{12}, C_6H_{14}, C_7H_{16}, C_8H_{18}, C_4H_8, C_5H_{10}, C_6H_{12}.

2.4. Admițînd că toți atomii de hidrogen din molecula alcanilor au aceeași reactivitate în reacțiile de substituție radicalică, calculați compoziția în % molare a amestecului de compuși monobromurați care rezultă prin tratarea a) butanului; b) izobutanului, cu Br_2.

2.5. În realitate atomii de hidrogen din alcani au reactivitate diferită în reacțiile cu mecanism SR. Hidrogenul terțiar este de aproximativ 4,5 ori mai reactiv decît cel primar iar atomul de hidrogen secundar este de aproximativ 3 ori mai reactiv decît cel primar. La 300°C valorile exacte sînt 1,00 : 3,25 : 4,43. Calculați compoziția amestecurilor de compuși monoclorurați care se obțin prin tratare cu Cl_2 a butanului și izobutanului la 300°C.

2.6. Se descompun termic în elemente 400 litri (c.n.) metan de puritate 75% (în volume) obținînd 120 g carbon. Admițînd că impuritățile sînt stabile la temperatură, se cere: a) randamentul reacției; b) procentul de impurități din gazele rezultate.

2.7 Din 1200 kg metan de puritate 90% și 2000 m^3 clor măsurat la 100°C și 1,5 atm s-a preparat 1600 kg clorură de metilen de puritate 94%. Se cere: a) care dintre reactanți a fost în exces și în ce cantitate;
b) randamentul de preparare al clorurii de metilen în raport cu clorul.

2.8. Se prepară 417 kg negru de fum (puritate 100%) din metan cu un randament de 45%. Se cere să se calculeze:
a) volumul de metan de puritate 87% necesar;
b) volumul de hidrogen rezultat măsurat la 40°C și 1,4 atm.;
c) cantitatea ge metan de la pct. a) s-a obținut prin cracare din 2900 m^3 propan de puritate 70%. Să se calculeze randamentul de preparare al metanului.

2.9. Într-un rezervor cu volumul de 400 m^3 se află depozitat la 27°C și 5 atm. metan pur. Din el se scot succesiv:

Scanned with OKEN Scanner

1) 60 kg metan pentru oxidare în prezența oxizilor de azot obținînd un gaz A care prin dizolvare în 200 l apă formează o soluție de concentrație 25%;

2) 500 m^3 măsurați în c.n. pentru amonoxidare procesul decurgînd cu un randament de 95%;

3) 10 kmoli pentru clorurare fotochimică în vederea preparării cu un randament de 50% a cloroformului.

Se cere:

a) presiunea finală din rezervor la $t = 27°C$;

b) randamentul de preparare a gazului A în condițiile descrise la pct. 1);

c) cantitatea în kmoli de acid cianhidric obținută precum și cantitatea în kg de amoniac și aer necesar dacă se lucrează cu un raport molar $CH_4 : NH_3 : O_2 = 1 : 1,2 : 1,5$;

d) cantitatea de cloroform (în kg) de puritate 92% obținută precum și volumul de clor (măsurat în c.n.) necesar dacă se lucrează cu un raport masic metan : clor = 1 : 50.

2.10. Se ard 1,53 litri alcan gazos măsurat la 100°C și 1 atm. cu aer în exces. Gazele rezultate după condensarea apei sînt trecute prin 200 ml soluție NaOH 12% ($\rho = 1,14$ g/ml), reducînd concentrația procentuală a NaOH în soluția rezultată la 6,54% (se formează sare neutră). Să se determine alcanul supus analizei.

2.11. Să se calculeze volumul de aer (cu 21% O_2 în procente de volum) necesar pentru arderea a 500 kg (c.n.) de amestec de metan și etan care conține 10% metan în procente de volum, dacă se lucrează cu un exces de 20% aer? Care este compoziția în procente molare a amestecului gazos rezultat după condensarea vaporilor de apă și care este densitatea acestui amestec la 27°C?

2.12. La arderea unei probe dintr-o hidrocarbură saturată masa probei reprezintă 28,12% din masa oxigenului stoechiometric necesară arderii. Să se scrie formula de structură a hidrocarburii supusă analizei dacă ea nu poate forma alchene prin reacție de dehidrogenare.

2.13. Să se calculeze volumul de aer (cu 20% O_2 în volume) necesar arderii a 300 m^3 c.n. pe amestec de metan, propan și butan dacă raportul de masă al celor trei hidrocarburi în amestec este de 5 : 4 : 1.

Scanned with OKEN Scanner

2.14. Dacă s-ar arde 0,25 moli dintr-o hidrocarbură saturată A masa de dioxid de carbon rezultată ar fi cu 39 de grame mai mare decît masa apei formate. Se cere:

a) să se scrie formula de structură a hidrocarburii A dacă ea nu conține atomi de carbon terțiari;

b) dacă 0,2 tone de hidrocarbură A s-ar prelucra prin procedeul de reformare catalitică ar rezulta 180 de litri dintr-o hidrocarbură B. ($\rho = 0{,}88$ g/ml). Să se scrie ecuația reacției și să se calculeze randamentul de preparare al substanței B.

2.15. Se prelucrează prin procedeul reformării catalitice un amestec de *n* heptan și *n* hexan. Se obține un amestec de benzen și toluen ce conține 20% toluen. Se cere:

a) compoziția în procente de masă a amestecului de alcani;

b) cantitatea în kg de benzen care se poate obține dacă în decursul procesului de reformare catalitică a unui amestec de hidrocarburi saturate cu compoziția astfel determinată se degajă 10000 m³ H_2 măsurați la 150°C și 1,25 atm.

2.16. Prin arderea unui amestec echimasic de metan și butan cu 20% aer în exces se formează un amestec gazos (H_2O vapori) care conține 560 kg azot. Se cere:

a) volumul amestecului de metan și butan (c.n.);

b) volumul amestecului gazos rezultat în urma arderii măsurat la 800 mm Hg și 500°C.

2.17. Se descompune termic în elemente cu un randament de x% un alcan gazos. Dacă după descompunere presiunea în reactor a crescut de k ori să se determine formula moleculară a alcanului. Temperatura finală în reactor este cu y% mai mare decît temperatura inițială. Aplicație pentru $x = 60$%, $y = 20$%, $k = 2{,}644$.

2.18. Prin deshidrogenarea a 13,2 g a unui alcan rezultă cu un randament de 60% 4,43 litri (volum măsurat la 27°C) dintr-o alchenă gazoasă. Se cere:

a) formulele de structură ale alcanului și alchenei;

b) densitatea în raport cu aerul a amestecului reultat în urma dehidrogenării dacă n-au avut loc reacții secundare.

2.19. Să se calculeze cantitatea în kilograme a unui amestec de metan, etan și izobutan în care raportul volumic al celor trei hidrocarburi este de 1 : 1,5 : 2, cunoscînd că la arderea sa s-au consumat 1000 m³ de aer măsurați la 127°C. Aerul conține 20% în volume exigen.

Scanned with OKEN Scanner

2.20. Pentru un *n* alcan A raportul masic C : H = 4,8 : 1
Se cere : a) formula moleculară a alcanului ;

b) volumul (în c.n.) a amestecului gazos format prin descompunerea termică a unei tone din *n* alcanul A dacă conversia totală este egală cu 85% ;

c) dacă se consideră că produsul util obținut la descompunerea termică a alcanului A este alchena B cu un atom de carbon mai puțin și că s-au obținut 112 m^3 alchenă B calculați conversia utilă și randamentul procesului. În timpul descompunerii se formează alcani și alchene gazoase cu catenă liniară, avînd loc numai reacții de dehidrogenare și cracare.

2.21. Într-o incintă cu volumul de 10 litri se află la 1,4 atm. și 0°C un alcan gazos A. Introducînd în incintă 10 g dintr-un alt alcan gazos B presiunea crește de 1,362 ori, obținînd un amestec gazos *X*. Dacă din amestecul gazos *X* se scot afară din incintă 10 g presiunea scade la jumătate. Care sînt cei doi alcani A și B ? Ce densitate are gazul în incintă în stare finală ? Toate operațiile se execută la *t* = constant.

2.22. Într-un reactor de amonoxidare se introduce metan, amoniac și oxigen în raport stoechiometric. În final se obține :

a) un amestec gazos în care raportul molar $HCN : CH_4$ = 8 : 3 ;

b) un amestec gazos care conține 10% în procente de masă amoniac nereacționat ;

c) un amestec gazos în care raportul masic amoniac : acid cianhidric = 1 : 3 ;

d) un amestec gazos cu 10% în procente de volum CH_4 ;

e) un amestec gazos cu densitatea relativă în raport cu aerul egală cu 0,75.

Pentru fiecare din cele cinci cazuri în care H_2O rezultat este în stare de vapori calculați randamentul reacției.

2.23. 224 m^3 etan (c.n.) se dehidrogenează la etenă formîndu-se un amestec de gaze care mai conține 10% în procente de masă etan nereacționat. Calculați cantitatea de etenă (în m^3 condiții normale) ce a rezultat. Care este procentul volumic al etenei în amestecul rezultat ?

2.24. 520 kg amestec de metan și propan formează prin ardere 784 m^3 (c.n.) de dioxid de carbon. Se cere să se calculeze :

a) compoziția în procente de masă și de volume a amestecului de hidrocarburi ;

b) densitatea în raport cu aerul a acestui amestec.

Scanned with OKEN Scanner

2.25. Se amestecă 160 kg metan cu cantitatea stoechiometrică necesară de oxigen în vederea formării gazului de sinteză. Dacă din reacție rezultă un amestec gazos cu densitatea în c.n. egală cu 0,635. Se cere:

a) randamentul reacției;

b) cantitatea (în kg) de gaz de sinteză obținut.

2.26. Într-o incintă cu volumul de 100 litri se află la 1,476 atm. și 27°C, 240 g dintr-un amestec gazos format din doi alcani omologi. Se cere:

a) formulele moleculare și de structură ale celor doi alcani; b) compoziția amestecului de alcani exprimată în procente de masă; c) volumul de aer (c.n.) cu 20% O_2 necesar arderii a 1000 cm^3 (c.n.) de amestec gazos cu compoziția de mai sus.

2.27. Prin clorurarea radicalică cu randament de 80% a unui alcan A se formează un amestec de reacție organic care are 63,38% carbon și în compoziția căruia intră singurii doi compuși monohalogenați izomeri care se pot forma precum și un alcan A nereacționat. Identificați alcanul supus clorurării. Scrieți toți compușii izomeri cu alcanul A și aranjați-i în ordinea crescătoare a punctelor lor de fierbere. Avînd în vedere și enunțul problemei 2.5. calculați compoziția în procente de masă a amestecului de reacție obținut la temperatura de 300°C.

2.28. Într-o incintă cu volumul de 179,11 litri se află un amestec gazos echimasic din doi alcani la $p = 1,5$ atm. și $t = 50°C$. Prin răcirea incintei la 0°C și deschiderea unei supape, astfel încît presiunea să devină egală cu o atmosferă, masa incintei scade cu 76,43 g. Se cere:

a) formulele de structură ale celor doi alcani;

b) masa de gaz finală din incintă.

2.29. O cantitate oarecare dintr-un n alcan gazos se dehidrogenează cu un randament de 60% la alchena corespunzătoare. Dacă în amestecul format procentul masic al alchenei este egal cu 57,9% se cere:

a) să se identifice alcanul și alchena;

b) ce volum are amestecul gazos rezultat prin dehidrogenarea unei tone de alcan?

2.30. 300 litri dintr-un amestec gazos format din metan și propan se amestecă cu oxigen în exces și se ard. Gazele rezultate după

Scanned with OKEN Scanner

condensarea vaporilor de apă au volumul de 875 litri. După trecerea lor printr-o soluție de alcalii volumul gazelor se reduce la 125 litri. Se cere:

a) compoziția amestecului de hidrocarburi exprimată în rapoarte de masă și rapoarte molare;

b) volumul soluției 30% de KOH ($\rho = 1{,}322$ g/ml) care reține complet unul din gazele rezultate la ardere (se formează sare neutră). Toate volumele de gaze au fost măsurate în c.n.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL 2

HIDROCARBURI SATURATE. REZOLVĂRI

În vederea facilitării rezolvării problemelor de nomenclatură a compușilor organici, la începutul fiecărui capitol se expun regulile mai importante pentru fiecare clasă de compuși. Sursa bibliografică din care au fost preluate aceste reguli este cartea: „Nomenclatura chimiei organice după regulile elaborate de Uniunea Internațională de Chimie Pură și Aplicată" editată sub îngrijirea și adaptarea Dr. ing. D. Purdelea în Editura Academiei, București, 1986.

R_1: Primele patru hidrocarburi saturate aciclice neramificate sînt numite metan, etan, propan, butan. Pentru membrii superiori ai acestei serii se folosesc denumiri formate din numeralul care arată numărul de atomi de carbon din moleculă exprimat în limba greacă la care se adaugă sufixul an.

n		*n*	
5	Pentan	13	Tridecan
6	Hexan	14	Tetradecan
7	Heptan	15	Pentadecan
8	Octan	16	Hexadecan
9	Nonan	17	Heptadecan
10	Decan	18	Octadecan
11	Undecan	19	Nonadecan
12	Dodecan	20	Icosan

R_2: Denumirea hidrocarburilor saturate aciclice ramificate se alcătuiește desemnînd catenele laterale prin denumirile radicalilor respectivi și adăugînd aceste denumiri ca prefixe la numele hidrocarburii corespunzînd celei mai lungi catene prezente în formulă. Se păstrează următoarele denumiri însă numai pentru hidrocarburi nesubstituite: izobutan, $(CH_3)_2CHCH_3$; izopentan, $(CH_3)_2CHCH_2CH_3$; neopentan, $(CH_3)_4C$; izohexan, $(CH_3)_2CH(CH_3)_2CH$.

R_3: Cea mai lungă catenă se numerotează cu cifre arabe de la o extremitate la alta, direcția fiind în așa fel aleasă încît catenele laterale să primească cele mai mici numere posibile.

Scanned with OKEN Scanner

R_4: Denumirile radicalilor monovalenți neramificați derivați de la alcani se face înlocuind sufixul an cu sufixul il din denumirea alcanului. De exemplu: metil, $-CH_3$; etil, $-CH_2-CH_3$.

R_5: Radicalii monovalenți ramificați derivați de la alcani se denumesc prin desemnarea catenelor laterale cu prefixe care se adaugă la numele radicalului alchil neramificat ce posedă cea mai lungă catenă posibilă plecînd de la atomul de carbon cu valență liberă, acest atom fiind numerotat cu 1.

Exemple: 1,2-dimetilpropil, $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-$;

3-metilbutil, $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_2-$

R_6: Pentru următorii radicali nesubstituiți se păstrează următoarele genumiri: izopropil $(CH_3)_2CH-$; sec-butil, $(CH_3)_2CHCH_2-$ terț-butil $(CH_3)_3C-$; izopentil, $(CH_3)_2CHCH_2CH_2-$; neopentil, $(CH_3)_3CCH_2-$; terț-pentil, $CH_3CH_2C(CH_3)_2-$; izohexil, $(CH_3)_2CH(CH_2)_2CH_2-$

R_7: Cînd sînt prezente două sau mai multe catene laterale de natură diferită, ele sînt citate în ordinea alfabetică. Această ordine se stabilește astfel:

— denumirea radicalilor simpli se face în ordine alfabetică și apoi se introduc prefixe multiplicative; de exemplu: 4-etil-2,2-dimetilheptan.

— denumirea unui radical complex începe cu prima literă a numelui lui complet, chiar dacă această literă provine de la un prefix multiplicativ. De exemplu: 5- (1,2-dimetilpropil)-3-metilnonan.

R_8: Dacă două sau mai multe catene laterale sînt în poziții echivalente, celei citate mai întîi în denumire i se atribuie cel mai mic număr de poziție. De exemplu: 3-etil-5-metilheptan

R_9: Prezența a doi sau mai mulți radicali nesubstituiți identici se indică cu ajutorul prefixului multiplicativ corespunzător: „di-", „tri-", „tetra-" etc. Prezența a doi sau mai mulți radicali identici fiecare substituit în același fel se indică cu ajutorul prefixului multiplicativ corespunzător: „bis-", „tris-" „tetrakis-" etc. Expresia completă care indică un astfel de radical se pune în paranteze.

R_{10}: Dacă pentru o hidrocarbură saturată aciclică trebuie aleasă catena principală dintre mai multe catene de aceeași lungime,

Scanned with OKEN Scanner

atunci se iau succesiv în considerare condițiile de mai jos, pînă la prima care intervine:

— catena care are cel mai mare număr de catene laterale;

— catena ale cărei catene laterale au numerele de poziție cele mai mici posibile;

— catena care are cel mai mare număr de atomi de carbon în cele mai mici catene laterale;

— catena care are catenele laterale cele mai puțin ramificate.

$\mathbf{R}_{11}$: Denumirea unei hidrocarburi saturate monociclice (fără catene laterale) se formează prin adăugarea prefixului ciclo la numele hidrocarburii saturate aciclice neramificate avînd același număr de atomi de carbon.

$\mathbf{R}_{12}$: Denumirile radicalilor monovalenți derivați de la cicloalcani (fără catene laterale) se formează prin înlocuirea terminației ,,an'' din numele hidrocarburii cu terminația ,,il'', atomul de carbon cu valența liberă fiind numerotat cu 1.

$\mathbf{R}_{13}$: Denumirea cicloalcanilor (și în general a hidrocarburilor ciclice) cu catene laterale se face după una din următoarele două metode: 1) numele radicalului desemnînd catena alifatică este folosit ca prefix la denumirea hidrocarburii ciclice.

2) numele radicalului hidrocarburii ciclice este folosit ca prefix la denumirea compusului alifatic.

Alegerea dintre aceste două metode se face în acord cu unul din următoarele două principii:

a) cel mai mare număr de substituiri dintr-o singură unitate de structură;

b) tratarea unei unități de structură mai mici ca substituent într-una mai mare.

Numerotarea și citarea substituenților se face în conformitate cu regulile expuse anterior.

În conformitate cu principiul a) de mai sus, hidrocarburile conținînd mai multe catene atașate unui sistem ciclic se denumesc ca derivați ai compusului ciclic, iar hidrocarburile conținînd mai multe catene laterale cu și/sau radicali ciclici atașați unei catene sînt denumite ca derivați ai compusului aciclic.

În conformitate cu principiul b) de mai sus o hidrocarbură conținînd un sistem ciclic mic atașat la o catenă lungă este numită ca derivat al hidrocarburii aciclice, iar o hidrocarbură conținînd o grupă mică atașată de un sistem ciclic mare este numită ca derivat al hidrocarburii ciclice.

2.1. a) 2,2,3,5,6-pentametiloctan

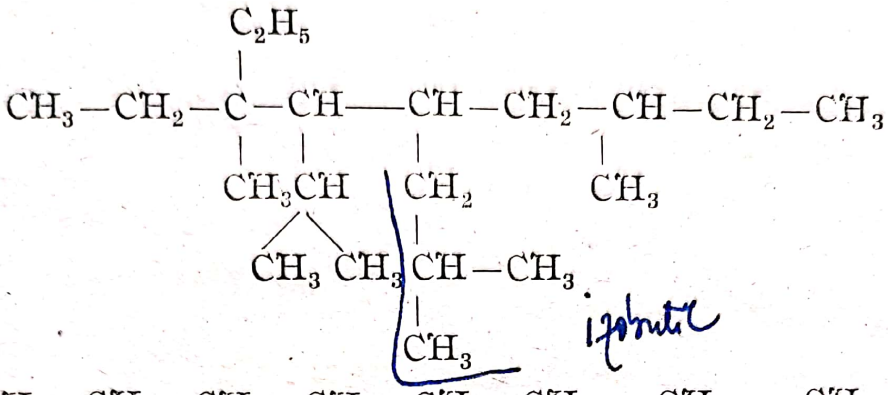
b) 3-etil-5-neopentil-7-terț-butildecan

c) 4-(1,2-dimetilpropil)-6-etil-2,2,3-trimetiloctan

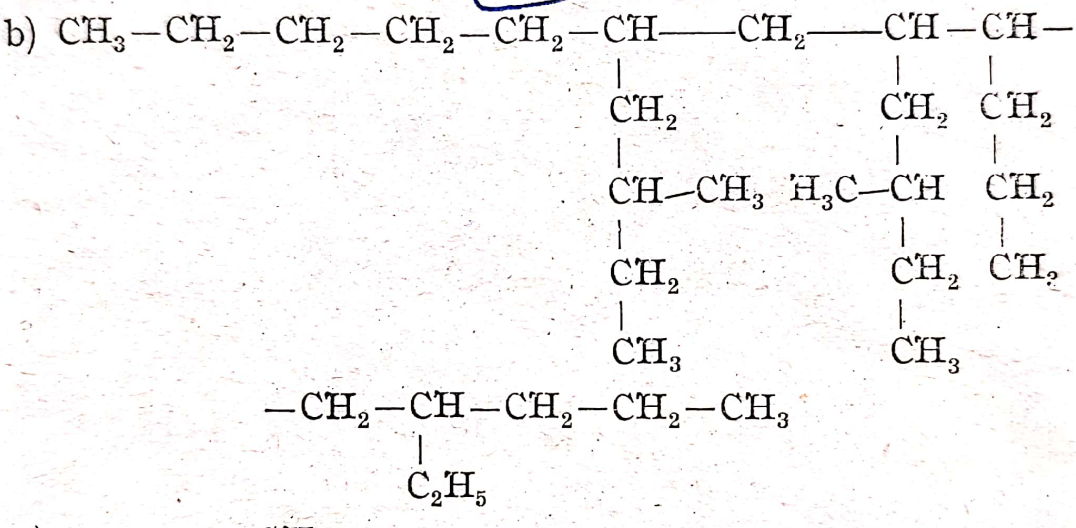
Scanned with OKEN Scanner

d) 3-etil-5-metilheptan
e) 1-ciclobutil-2,3-dimetilpentan
f) 1-etil-2-metilciclopentan

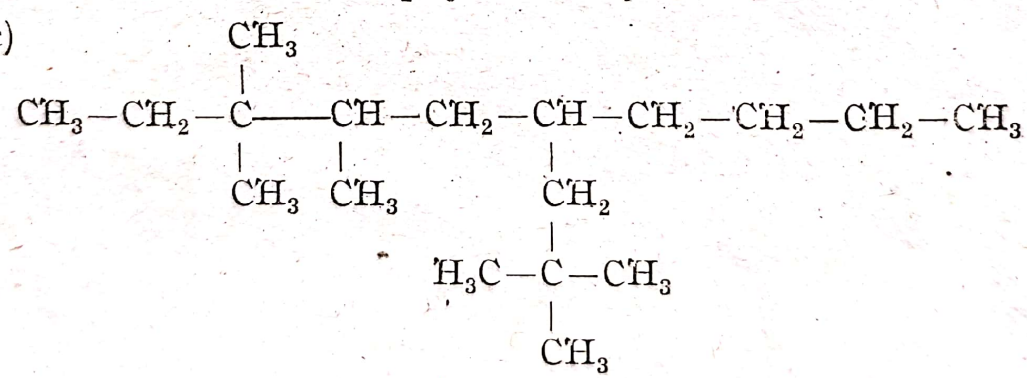
2.2. a)



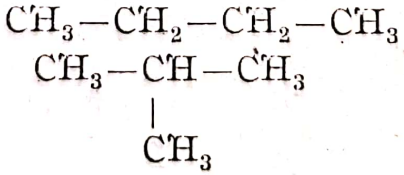
b)



c)

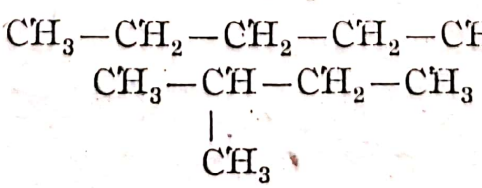


2.3. a) C_4H_{10}



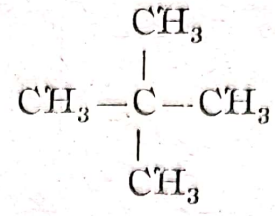
normal butan
2-metilpropan

b) C_5H_{12}



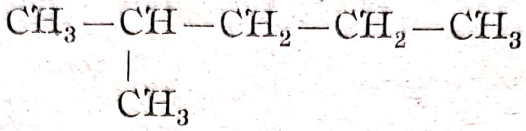
normal pentan
2-metilbutan

Scanned with OKEN Scanner

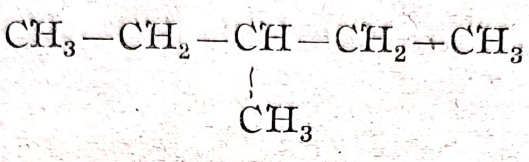


2,2-dimetilpropan

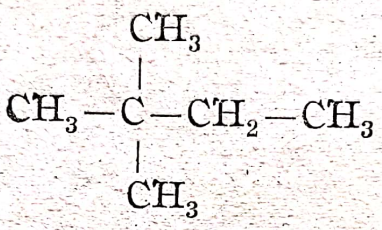
c) C_6H_{14} $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ normal hexan



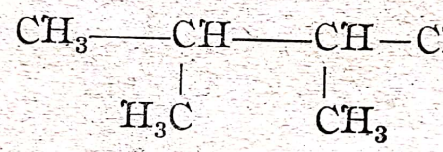
2-metilpentan



3-metilpentan



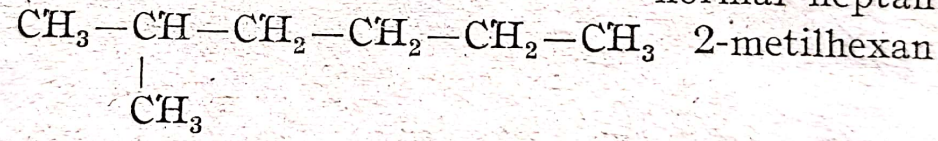
2,2-dimetilbutan



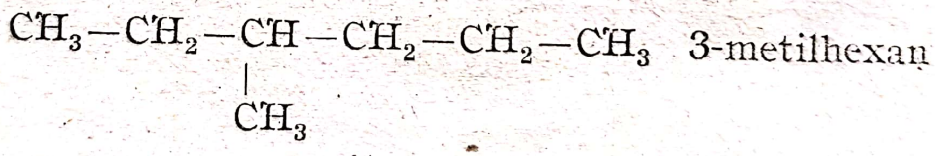
2,3-dimetilbutan

d) C_7H_{16} : $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

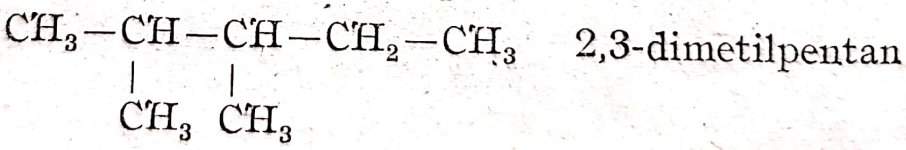
normal heptan



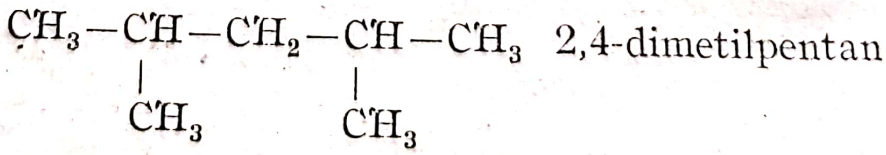
2-metilhexan



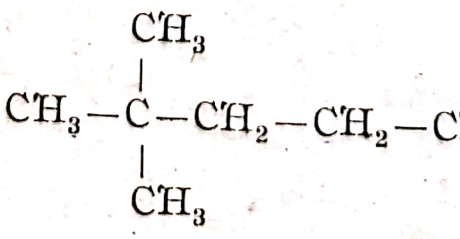
3-metilhexan



2,3-dimetilpentan

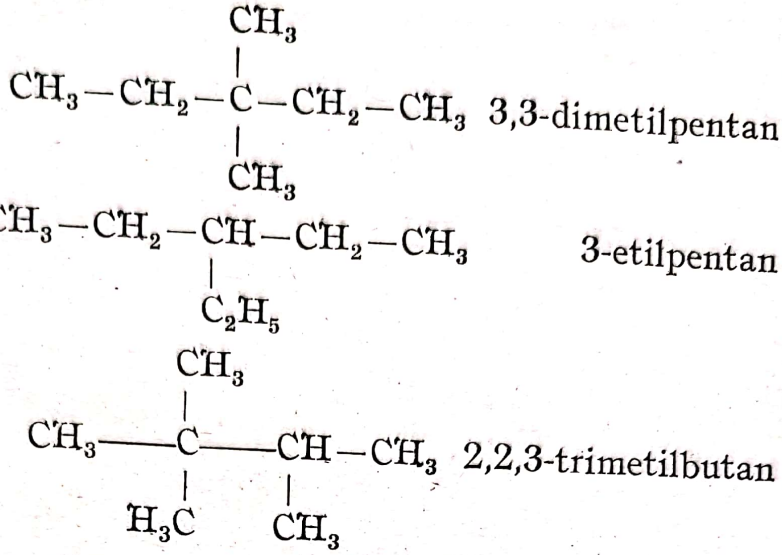


2,4-dimetilpentan



2,2-dimetilpentan

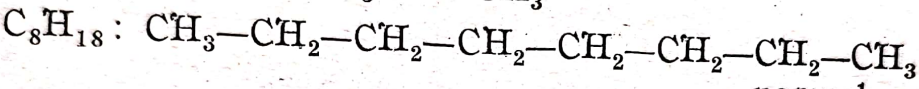
Scanned with OKEN Scanner



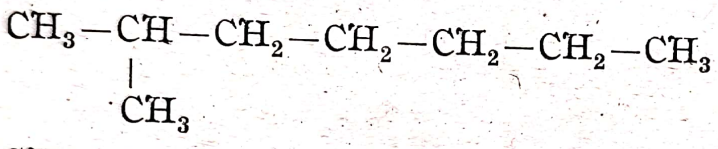
3,3-dimetilpentan

3-etilpentan

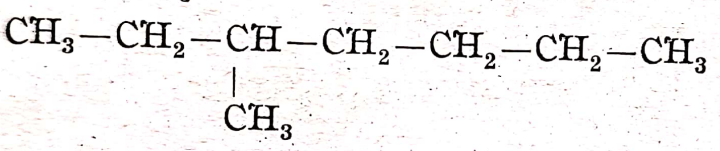
2,2,3-trimetilbutan

e) C_8H_{18}: 

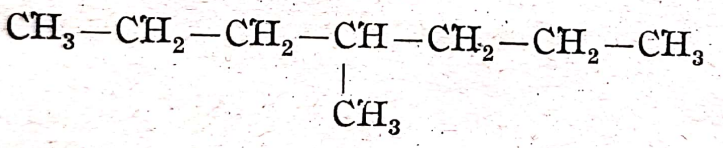
normal octan



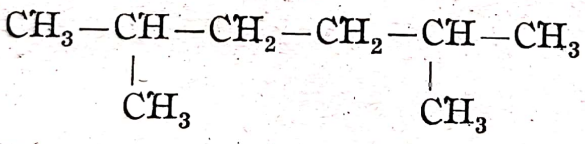
2-metilheptan



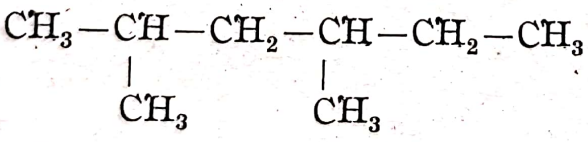
3-metilheptan



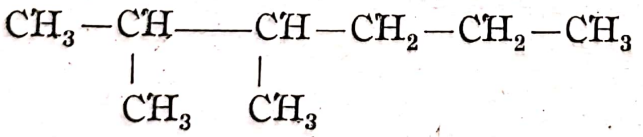
4-metilheptan



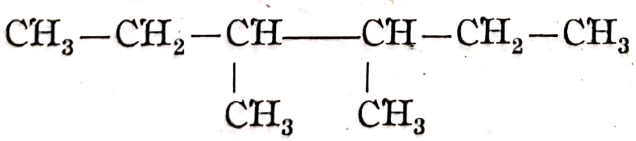
2,5-dimetilhexan



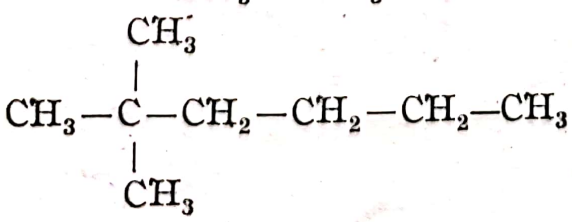
2,4-dimetilhexan



2,3-dimetilhexan

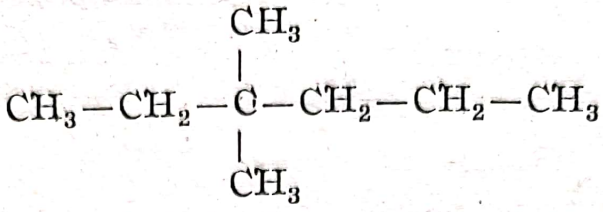


3,4-dimetilhexan

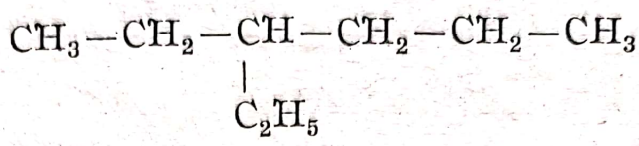


2,2-dimetilhexan

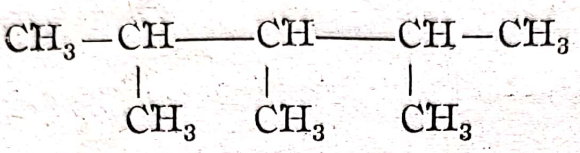
Scanned with OKEN Scanner



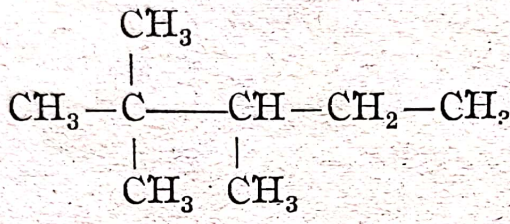
3,3-dimetilhexan



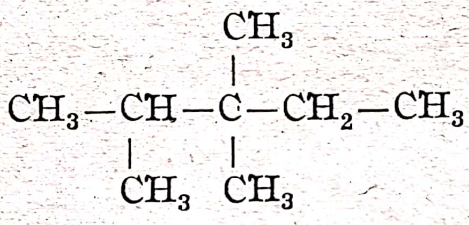
3-etilhexan



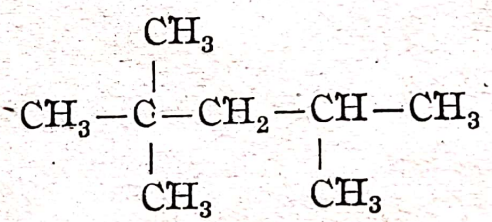
2,3,4-trimetilpentan



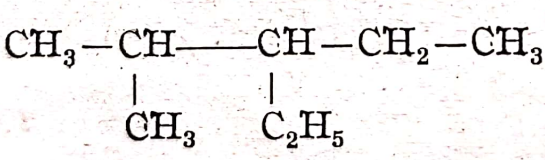
2,2,3-trimetilpentan



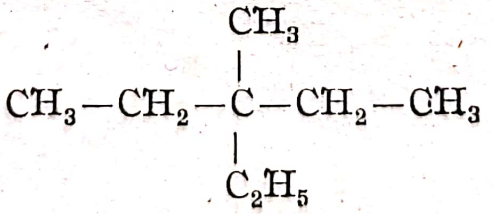
2,3,3-trimetilpentan



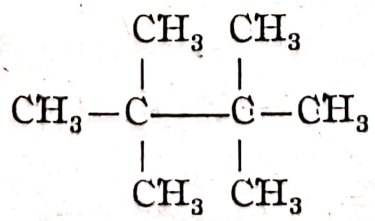
2,2,4-trimetilpentan



3-etil-2-metilpentan



3-etil-3-metilpentan

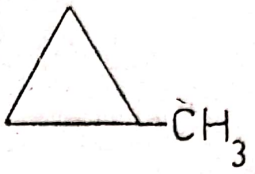


2,2,3,3-tetrametilbutan

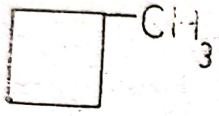
Scanned with OKEN Scanner

e)

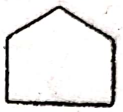
ciclobutan



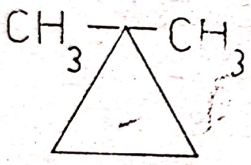
metilciclopropan



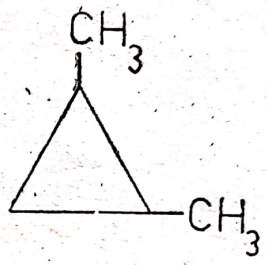
metilciclobutan



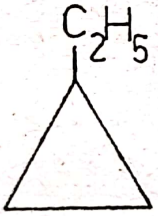
ciclopentan



1,1-dimetilciclopropan

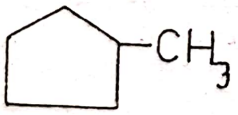


1,2-dimetilciclopropan

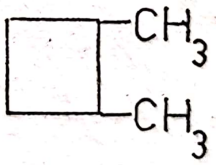


etilciclopropan

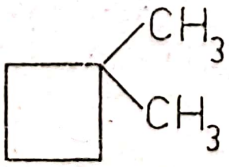
ciclohexan



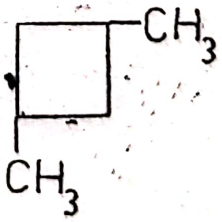
metilciclopentan



1,2-dimetilciclobutan

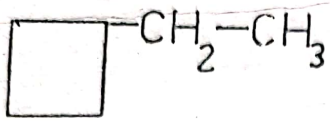


1,1-dimetilciclobutan

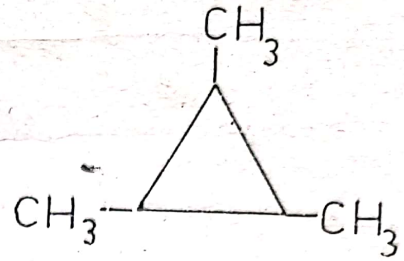


1,3-dimetilciclobutan

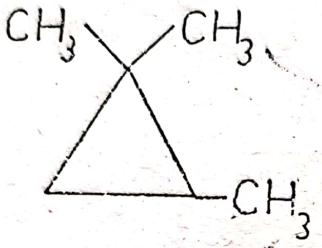
Scanned with OKEN Scanner



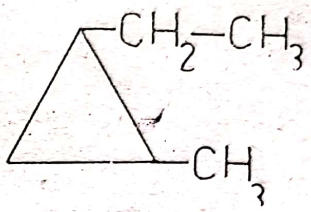
etilciclobutan



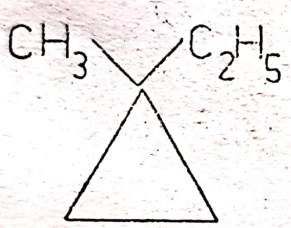
1,2,3-trimetilciclopropan



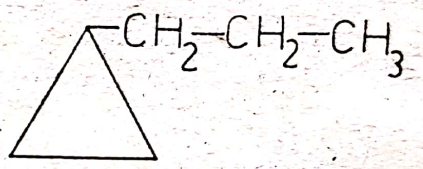
1,1,2-trimetilciclopropan



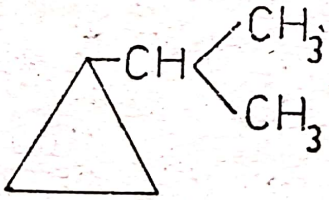
1-etil-2-metilciclopropan



1-etil-1-metilciclopropan



propilciclopropan



izopropilciclopropan

2.4. a) Prin bromurarea *n*-butanului se formează un amestec de 1 bromobutan și 2 bromobutan:

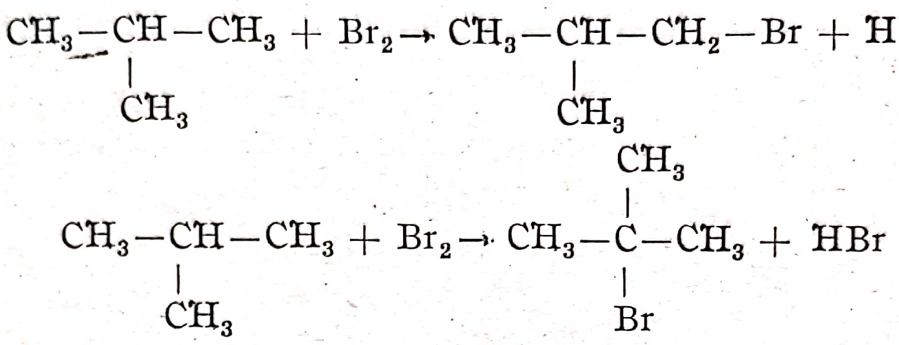
$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 + Br_2 \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-Br + HBr$$

$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 + Br_2 \rightarrow CH_3-\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_3 + HBr$$

În butan, din cei 10 atomi de hidrogen, 6 (adică 60 %) sînt legați de un atom de carbon primar iar 4(adică 40 %) sînt legați de

un atom de carbon secundar. Statistic ar trebui să rezulte în procente molare un amestec format din 60% 1-brombutan și 40% 2-brombutan.

b) Prin bromurarea izobutanului se formează un amestec de bromură de izobutil și bromură de terț-butil



În acest caz, urmînd același raționament s-a format un amestec de 90% bromură de izobutil și 10% bromură de terț-butil.

2.5. În cazul *n*-butanului care conține 6 atomi de hidrogen primari și 4 atomi de hidrogen secundari ($6 \cdot 1{,}00 + 4 \cdot 3{,}25 = 19$) se va forma un amestec care conține:

$$100 \cdot \frac{6 \cdot 1{,}00}{19} = 31{,}57\% \text{ clorura de n-butil}$$

$$100 \cdot \frac{4 \cdot 3{,}25}{19} = 68{,}43\% \text{ clorură de sec-butil}$$

La clorurarea izobutanului care conține 9 atomi de hidrogen primari și 1 atom de hidrogen terțiar ($9 \cdot 1{,}00 + 1 \cdot 4{,}43 = 13{,}43$) se va forma un amestec care conține $\frac{9 \cdot 100}{13{,}43} = 67\%$ clorură de izobuti. și $\frac{1 \cdot 443}{13{,}43} = 33\%$ clorură de terțbutil. Aceste valori care sînt în acord cu cele determinate experimental diferă mult de cele de la exercițiul 2.4.

2.6. a) avem 300 litri CH_4 pur și 100 litri impurități. Teoretic din 300 litri CH_4 se formează 160,71 g carbon. Randamentul este egal cu $\frac{120}{160{,}71} \cdot 100 = 74{,}66\%$.

b) Au reacționat $\frac{74{,}77}{100} \cdot 300 = 224$ litr CH_4, rămînînd nereacționați $300 - 224 = 76$ litri CH_4. S-au format 448 litri H_2. Amestecul rezultat este format din 448 litri H_2, 76 litri CH_4 și 100 litri impurități gazoase avînd deci volumul de 624 litri. Procentul volumic de impurități este de $\frac{100}{624} \cdot 100 = 16{,}02\%$.

Scanned with OKEN Scanner

2.7. a) Cantitatea de metan pur în kg este de $1200 \frac{90}{100} = 1080$kg reprezentînd 67,5 kmoli. Cantitatea în kmoli de clor introdusă este de $\frac{1,50 \cdot 2000}{0,082 \cdot 373} = 98,08$ kmoli. Deoarece raportul molar stoechiometric de reacție pentru obținerea clorurii de metilen este de: $CH_4 : Cl_2 = 1 : 2$ metanul este în exces. Pentru 98,08 kmoli Cl_2 erau teoretic necesari 49,04 kmoli CH_4. În exces sînt 67,5 — 49,042 = 18,46 kmoli CH_4 adică 295,36 kg metan.

b) Teoretic se formează 49,04 kmoli clorură de metilen. Practic s-au obținut $1600 \cdot \frac{94}{100} = 1504$ kg clorură de metilen pură adică 17,69 kmoli. Randamentul este de $\frac{17,69}{49,04} \cdot 100 = 36,07\%$.

2.8. a) Cantitatea de metan teoretic necesară este de 778 m³. Pentru un randament de 45% sînt necesari $778 \cdot \frac{100}{45} = 1729,77$ m³ CH_4 pur. Volumul de metan de puritate 87% necesar este de $1729,77 \cdot \frac{100}{87} = 1988,25$ m³.

b) S-au format 1556,8 m³ H_2 în c.n. La 40°C și 1,4 atm. volumul de H_2 este de $\frac{1556,8 \cdot 313}{273 \cdot 1,4} = 1274,93$ m³ H_2.

c) Volumul de propan pur este de 2030 m³ din care se pot obține teoretic 2030 m³ metan pur. Randamentul de preparare al metanului pur este de $\frac{1729,77}{2030} \cdot 100 = 85,21\%$.

2.9. Inițial în rezervor erau $\frac{5 \cdot 400}{0,082 \cdot 300} = 81,3$ kmoli metan. Prima dată au fost scoși $\frac{60}{16} = 3,75$ kmoli; a doua oară $\frac{500}{22,4} = 22,32$ kmoli iar a treia oară 10 kmoli. În total 36,07. Au mai rămas în rezervor 81,30 — 36,07 = 45,23 kmoli CH_4. Presiunea în rezervor va deveni:

$$\frac{45,23 \cdot 0,082 \cdot 300}{400} = 2,78 \text{ atm.}$$

b) Din 3,75 kmoli CH_4 teoretic se pot prepara 3,75 kmoli formaldehidă (gazul A). Dacă notăm cu x numărul de kmoli de CH_2O rezultați practic avînd în vedere că prin dizolvare în 200 kg apă formează o soluție de 15%, putem scrie $\frac{30x}{200 + 30x} \cdot$

Scanned with OKEN Scanner

$\cdot 100 = 25$ de unde $x = 2{,}22$ kmoli. Randamentul de preparare este de $\frac{2{,}22}{3{,}75} \cdot 100 = 59{,}20\,\%$.

c) Din 22,32 kmoli metan se obțin cu randament de 100 %, 22,32 kmoli HCN. Pentru un randament de 95 % se obțin 21,20 kmoli HCN. Se vor întrebuința $22{,}32 \cdot 1{,}2 = 26{,}78$ kmoli NH_3 adică 455,26 kg amoniac. Numărul de kmoli de oxigen utilizat este de $22{,}32 \cdot 1{,}5 = 33{,}48$ kmoli conținuți în 167,4 kmoli aer. Masa de aer este egală cu $187{,}4 \cdot 28{,}9 = 4837{,}86$ kg.

d) Din 10 kmoli CH_4 lucrîndu-se cu un randament de 50 % se prepară 5 kmoli $CHCl_3$ pur reprezentînd 597,5 kg. Cantitatea de $CHCl_3$ de puritate 92 % este de $597{,}5 \cdot \frac{100}{92} = 649{,}45$ kg 10 kmoli de metan au masa de 160 kg. Cantitatea de clor introdusă este de $50 \cdot 160 = 8000$ kg clor care în c.n. vor ocupa un volum de 2523,94 m^3.

2.10. În c.n. proba din alcan are volumul $V_0 = 1{,}53 \cdot \frac{273}{373} =$ $= 1{,}12$ litri. Rezultă că s-au supus analizei $\frac{1{,}12}{22{,}4} = 0{,}05$ moli alcan C_nH_{2n+2}. Se vor forma $0{,}05 \cdot n$ moli CO_2 adică $2{,}2 \cdot n$ grame CO_2 care vor reacționa cu $2 \cdot 0{,}05\, n$ moli NaOH adică $4n$ grame NaOH. Inițial în soluție avem $200 \cdot 1{,}14 \cdot \frac{12}{100} = 27{,}36$ grame NaOH. În final avem $(27{,}36 - 4n)$ grame NaOH. Masa soluției inițiale $200 \cdot 1{,}14 = 228$ grame NaOH. Masa soluției finale $228 + 2{,}2n$

$$\%\text{NaOH} = 6{,}54 = \frac{27{,}36 - 4n}{228 + 2{,}2n} \cdot 100 \text{ de unde } n = 3.$$

Alcanul este propanul C_3H_8: $CH_3-CH_2-CH_3$.

2.11. În 100 m^3 amestec avem 10 m^3 metan (care au masa de 7,142 kg) și 90 m^3 etan (care au masa de 120,53 kg). Masa a 100 m^3 amestec este de 127,67 kg.

127,67 kg amestec ....7,14 kg CH_4 ....120,53 kg C_2H_6
500 kg amestec .....x kg CH_4 ...y kg C_2H_6

$x = 27{,}96$ kg metan
$y = 472{,}030$ kg C_2H_6.

Avînd în vedere ecuațiile reacțiilor de ardere:
$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$
$C_2H_6 + 3{,}5O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ volumele de oxigen consumate sînt de: 78,28 m^3 pentru arderea metanului și 1233,57 m^3

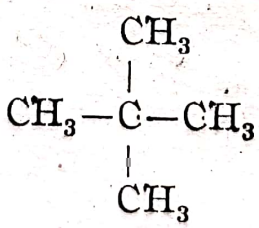
Scanned with OKEN Scanner

pentru arderea etanului. În total, teoretic, sînt necesari 1233,57 + 78,28 = 1311,85 m^3 conținuți în 6246,90 m^3 aer. Dacă se lucrează cu 20% aer în exces volumul întrebuințat este $6246{,}90 \cdot \frac{120}{100} = 7496{,}28$ m^3.

b) În 7496,28 m^3 aer 5922,06 m^3 N_2 și 1574,21 m^3 O_2. Rămîn nereacționați 1574,26 − 1311,85 = 262,41 m^3 O_2. Volumul de CO_2 este format din 39,14 m^3 rezultat din arderea metanului la care se adaugă 704,89 $m^3 CO_2$ rezultat la arderea etanului; în total 744,030 m^3 CO_2. Amestecul gazos final conține 5922,06 m^3 azot, 262,41 m^3 oxigen și 744,03 m^3 CO_2. Procentele molare egale cu procentele volumice ale componentelor amestecului sînt: $\%N_2 = 85{,}47\%$; $\%O_2 = 3{,}78\%$; $\%CO_2 = 10{,}73$. Masa moleculară medie a acestui amestec este $M = 0{,}85474 \cdot 28 + 0{,}03786 \cdot 32 + 0{,}1073 \cdot 44 = 29{,}85$, de unde densitatea în c.n. este egală cu $\frac{29{,}85}{22{,}4} = 1{,}33$ g/l. Densitatea la 27°C a acestui amestec este $1{,}33 \cdot \frac{273}{300} = 1{,}21$ g/l.

2.12. $C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2} O_2 \rightarrow nCO_2 + (n+1) H_2O$

Dacă supunem arderii un mol de hidrocarbură masa probei este de $(14n + 2)$ grame. Masa oxigenului necesară arderii este de $\frac{3n+1}{2} \cdot 32$ g. Conform enunțului $14n + 2 = \frac{28{,}12}{100} \cdot \frac{3n+1}{2} \cdot 32$ de unde $n = 5$. Din cei trei izomeri singurul care nu se poate dehidrogena la alchenă este 2,2 dimetil propanul



2.13. Notînd cu x, y, z volumele de metan, propan și respectiv butan din amestec putem forma sistemul de ecuații:

$$x + y + z = 300$$

$$\frac{16x}{44y} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{16x}{58z} = \frac{5}{1}$$

Scanned with OKEN Scanner

de unde $x = 222{,}48$ m³ CH_4
$y = 64{,}83$ m³ C_3H_8
$z = 12{,}28$ m³ C_4H_{10}

Avînd în vedere ecuațiile reacțiilor de ardere pentru cele 3 hidrocarburi volumele de O_2 consumate pentru arderea metanului sînt de 444,96 m³, pentru arderea propanului de 324,15 m³ iar pentru arderea butanului, 79,82 m³; în total 848,93 m³ oxigen. Volumul de aer = 4244,65 m³.

2.14. $C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2} O_2 \rightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O$

La arderea a 0,25 moli hidrocarbură rezultă $0{,}25 \cdot n$ moli CO_2 și $(n+1)$ 0,25 moli H_2O. Conform enunțului:
$n \cdot 0{,}25 \cdot 44 - (n+1) \cdot 0{,}25 \cdot 18 = 39$ de unde $n = 6{,}69$ valoare care nu convine din punct de vedere chimic. Deducem că hidrocarbura A nu este alcan. Dacă A este un cicloalcan ecuația reacției de ardere este:

$$C_nH_{2n} + \frac{3n}{2} O_2 \rightarrow nCO_2 + nH_2O$$

În acest caz avem $44n \cdot 0{,}25 - 18n \cdot 0{,}25 = 39$ de unde $n = 6$. Deci A este ciclohexanul C_6H_{12};

b) Teoretic din 200 kg ciclohexan rezultă 185,71 kg benzen. Practic au rezultat $180 \cdot 0{,}88 = 158{,}4$ kg benzen. Randamentul este egal cu $\frac{158{,}4}{185{,}71} \cdot 100 = 85{,}29\%$.

2.15. a) Considerăm 100 kg amestec de benzen și toluen format din 80 kg C_6H_6 și 20 kg C_7H_8. Masele de *n*-hexan și *n*-heptan necesare pentru a forma cantitățile de mai sus de benzen și toluen sînt de 88,20 kg *n*-hexan și respectiv 21,73 kg *n*-heptan. În total 109,93 kg amestec de alcani. Procentele masice de *n*-hexan și *n*-heptan sînt:

80,23% C_6H_{14} și 19,76% C_7H_{16}.

b) Calculăm cantitatea de H_2 (în m³) degajată la formarea a 100 kg din amestecul de benzen-toluen. La formarea a 80 kg benzen s-au degajat 91,89 m³ H_2 iar la formarea a 20 kg toluen s-au degajat 19,47 m³ H_2. În total 111,36 m³ (c.n.) H_2. În c.n. cei 10000 m³ H_2 la $p = 1{,}25$ atm și $T = 423°K$ ocupă un volum de 8067,37 m³.

Scanned with OKEN Scanner

Deci la formarea a 80 kg benzen . . . . . .111,36 m^3H_2
atunci pentru formarea a x kg benzen . . . . . .8067,37 m^3H_2

$x = 5795{,}52$ kg benzen

2.16. a) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2\,H_2O$

$C_4H_{10} + 6{,}5\,O_2 \rightarrow 4\,CO_2 + 5\,H_2O$

Fie V volumul teoretic de aer necesar arderii. Practic s-a lucrat cu 20% exces, deci volumul practic utilizat de aer este $1{,}2\,V$ m^3. Vom avea $1{,}2\,V \cdot 0{,}8 = 0{,}96\,V$ m^3H_2.

$\frac{0{,}96V}{22{,}4} \cdot 28 = 560$, $V = 466{,}66$ m^3 aer teoretic necesar.

Volumul de aer utilizat practic este de $466{,}66 \cdot 1{,}2 = 560$ m^3 aer. Volumul de oxigen teoretic necesar arderii este de $466{,}66 \cdot \frac{20}{100} = 93{,}332$ m^3O_2.

Notînd cu x și y volumul de etan respectiv butan avem:

$x = 24{,}57$ m^3 CH_4

$y = 6{,}78$ m^3 C_4H_{10} Total 31,35 m^3 amestec gazos.

b) $V_{N_2} = 560 \cdot 0{,}8 = 448$ m^3 N_2

$V_{O_2} = 560 \cdot 0{,}2 - 93{,}332 = 18{,}668$ m^3O_2

$V_{CO_2} = 24{,}57 + 4 \cdot 6{,}78 = 51{,}69$ m^3CO_2

$V_{H_2O} = 2 \cdot 24{,}57 + 5 \cdot 6{,}78 = 83{,}04$ m^3H_2O

$V_{total} = 601{,}4$ m^3

$\frac{p_0V_0}{T_0} = \frac{pV}{T}$ de unde $V = \frac{760 \cdot 601{,}4 \cdot 773}{800 \cdot 273} = 1617{,}72$ m^3.

2.17. $C_nH_{2n+2} \rightarrow nC + (n+1)H_2$

$C_nH_{2n+2} \rightarrow C_nH_{2n+2}$

Să presupunem că inițial în reactorul de volum V avem la temperatura T_1 și presiunea p_1 un mol de alcan.

Se vor descompune termic $\frac{x}{100}$ moli alcan și vor rezulta $(n+1) \cdot \frac{x}{100}$ moli H_2, rămînînd nedescompuși $\frac{100-x}{100}$ moli alcan. În final la presiunea $p_2 = kp_1$ avem $(n+1)\frac{x}{100}$ moli $H_2 + \frac{100-x}{100}$ moli alcan $= \frac{100+nx}{100}$ moli gaze. În starea finală temperatura este:

$$T_2 = T_1 + T_2 \cdot \frac{y}{100} = T_1 \frac{100+y}{100}.$$

Scanned with OKEN Scanner

Pentru starea inițială $p_1V = RT_1$ (1) și pentru starea finală $p_2V = \frac{100 + nx}{100} \cdot RT_2$ sau $p_1k = \frac{100 + nx}{100} \cdot RT_1 \cdot \frac{100 + y}{100}$ (2)

Din (1) și (2) rezultă

$$\frac{1}{k} = \frac{10^4}{(100 + nx)(100 + y)} \text{ de unde}$$

$$n = \frac{\frac{10^4 \cdot k}{100 + y} - 100}{x} \qquad (3)$$

Numărul de atomi de C din molecula alcanului este dat de relația (3). Numărul de atomi de H va fi egal cu $2n + 2$.

Pentru cazul dat obținem:

$$n = \frac{\frac{10 \cdot 2{,}644}{120} - 100}{60} = 2$$

Alcanul este C_2H_6

2.18. a) $C_nH_{2n+2} \rightarrow C_nH_{2n} + H_2$

În c.n. volumul alchenei este de $4{,}43 \cdot \frac{273}{300} = 4{,}03$ litri. Din 13,2 grame alcan rezultă cu un randament de 60% un volum de: $\frac{22{,}4 \cdot 0{,}6 \cdot 13{,}2}{14n + 2}$ litri și conform enunțului $\frac{177{,}408}{14n + 2} = 4{,}03$ de unde $n = 3$.

Alcanul este C_3H_8 propan iar alchena este C_3H_6 propenă.

b) Dacă se supun dehidrogenării 100 moli propan, pentru un randament de 60% amestecul gazos rezultat conține 60 moli propenă, 60 moli hidrogen și 40 moli propan nereacționat.

$$M = \frac{60}{160} \cdot 42 + \frac{60}{160} \cdot 2 \quad \frac{40}{160} \cdot 44 = 27{,}5$$

iar $d_{aer} = 27{,}5/28{,}9 = 0{,}95$.

2.19. În condiții normale volumul de aer este de $V_0 = \frac{1000 \cdot 273}{400} =$

$= 682{,}50$ m³ aer.

În 682,50 m³ aer vom avea $682{,}50 \cdot \frac{20}{100} = 136{,}5$ m³ O_2

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$
$$C_2H_6 + 3{,}5O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$
$$C_4H_{10} + 6{,}5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 5H_2O$$

Scanned with OKEN Scanner

Fie x, y și z volumele de hidrocarburi din amestec.

$$2x + 3{,}5y + 6{,}5z = 136{,}5$$

$$\frac{x}{y} = \frac{1}{1{,}5}$$

$$\frac{x}{z} = \frac{1}{2}$$

$x = 6{,}74$ m³ CH_4 care au masa de 4,8 kg
$y = 10{,}11$ m³ C_2H_6 care au masa de 13,5 kg
$z = 13{,}48$ m³ C_4H_{10} care au masa de 34,8 kg

Total 53,1 kg amestec

2.20. a) C_nH_{2n+2}; $\frac{m}{m_H} = \frac{4{,}8}{1} = \frac{12n}{2n+2}$ de unde $n = 4$

Alcanul A este C_4H_{10}; *n*-butanul $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$

b) Reacțiile care au loc sînt:

$$C_4H_{10} \rightarrow C_4H_8 + H_2$$
$$C_4H_{10} \rightarrow C_3H_6 + CH_4$$
$$C_4H_{10} \rightarrow C_2H_4 + C_2H_6$$

Toate aceste reacții au loc cu dublare de volum. 1000 kg butan reprezintă 17,24 kmoli butan din care 15% adică 2,58 kmoli rămîn nedescompuși iar restul de 85% adică 14,66 kmoli reacționează ca mai sus formînd 29,32 kmoli gaze. În total amestecul gazos rezultat conține $29{,}32 + 2{,}58 = 31{,}90$ kmoli gaze care ocupă în c.n. un volum de 714,56 m³.

c) 112 m³ propenă reprezintă 5 kmoli care au fost obținuți din 5 kmoli butan. Deci C.U. $= \frac{5}{17{,}24}\,100 = 29\%$, iar randamentul este egal cu $\frac{CU}{CT} \cdot 100 = \frac{29}{85} \cdot 100 = 34{,}11\%$.

2.21. Numărul de moli din alcanul existent inițial în incintă este de $\frac{1{,}4 \cdot 10}{0{,}082 \cdot 273} = 0{,}625$ moli. Pe urmă s-au introdus 10 g din alcanul B adică $\frac{10}{M_B}$ moli (M_B fiind masa molară a alcanului B) În total avem $(0{,}625 + 10/M_B)$ moli gaz, presiunea în incintă devenind $1{,}362 \cdot 1{,}4 = 1{,}906$ atm. Din ecuația de stare:

$$1{,}906 \cdot 10 = \left(0{,}625 + \frac{10}{M_B}\right) \cdot 0{,}082 \cdot 273 \text{ rezultă } M_B = 44,$$

alcanul B fiind deci propanul C_3H_8.

Scanned with OKEN Scanner

Amestecul gazos X este format din 0,625 moli alcan A și $\frac{10}{44} = 0{,}227$ moli propan. În total amestecul X conține 0,852 moli gaze. Masa molară medie a amestecului X este $M_X = \frac{0{,}625}{0{,}852} \cdot M_A + \frac{0{,}227}{0{,}852} \cdot 44$ sau $M_X = 0{,}733\ M_A + 11{,}73$ (1)

Scoțînd 10 g din amestecul X presiunea se reduce la jumătate adică la 0,953 atm. În această stare numărul de moli este: $\frac{0{,}953 \cdot 10}{0{,}082 \cdot 273} = 0{,}425$ moli. Deci s-au scos $0{,}852 - 0{,}425 = 0{,}427$ moli amestec gazos X, care conform enunțului au masa de 10 g. Rezultă imediat masa molară medie a amestecului X: $M_X = \frac{10}{0{,}427} = 23{,}41$.

Conform relației (1) putem scrie: $0{,}733\ M_A + 11{,}73 = 23{,}41$ de unde $M_A = 16$. Alcanul A este deci metanul CH_4.
În final în incintă avem 0,425 moli amestec gazos cu $M = 23{,}41$, masa acestui amestec fiind deci $0{,}425 \cdot 23{,}45 = 10$ g. Volumul incintei fiind de 10 litri densitatea în c.n. a amestecului în incintă este de 1 g/l.

2.22. $CH_4 + NH_3 + 3/2\ O_2 = HCN + 3\ H_2O$

Să considerăm că în reacție se introduc 100 moli CH_4, 100 moli NH_3 și 150 moli oxigen. Notăm cu x numărul de moli de metan nereacționați. În final avem: $100-x$ moli CH_4, $100-x$ moli NH_3, $150 - 1{,}5x$ moli O_2, x moli HCN și $3x$ moli H_2O.

a) $\frac{x}{100-x} = \frac{8}{3}$ de unde $x = 72{,}72$. Deci randamentul este de 72,72%.

b) $m_{NH3} = 17(100 - x)$. Masa amestecului rezultat = masa amestecului de reactanți $= 100 \cdot 16 + 100 \cdot 17 + 150 \cdot 32 = 8100$.

$\frac{17(100-x)}{8100} \cdot 100 = 10, x = 52{,}35$. Randamentul este de 52,35%.

c) $m_{NH3} = 17(100 - x)$, $m_{HCN} = 27\ x$

$\frac{17(100-x)}{27x} = \frac{1}{3}$; $x = 65{,}38$. Randamentul este de 65,38%.

d) Număr total moli gaze rezultate $= 100 - x + 100 - x + 150 - 1{,}50x + x + 3x = 350 + 0{,}5x$;

$\frac{100-x}{350 + 0{,}5x} \cdot 100 = 10$; $x = 61{,}90\%$.

Randamentul este de 61,90 %.

e) Masa molară medie a amestecului rezultat este de 0,75 · · 28,9 = 21,675.

$$M = \frac{100 - x}{350 + 0{,}5x} \cdot 16 + \frac{100 - x}{350 + 0{,}5x} \cdot 17 + \frac{150 - 1{,}5x}{350 + 0{,}5} \cdot 32 + \\ + \frac{x}{50 + 0{,}5x} \cdot 27 + \frac{3x}{350 + 0{,}5x} \cdot 18$$

$$M = \frac{8100}{3501 + 0{,}5x} = 21{,}67. \quad \text{de unde } x = 47{,}57.$$

Randamentul este de 47,57 %.

2.23. Amestecul gazos rezultat și format din etenă, hidrogen și etan are masa tot de 300 kg. El va conține 30 kg etan nereacționat care va ocupa un volum de 22,4 m³. Au reacționat 300 — — 30 = 270 kg etan formîndu-se 201,6 m³ etenă. Amestecul gazos final va conține 201,6 m³ hidrogen și 22,4 m³ etan nereacționat. În total 425,6 m³. Procentul volumic al etenei este de $\frac{201{,}6}{425{,}60} \cdot 100 = 47{,}37\ \%$.

2.24. a) Notînd cu x masa (în kg) de metan și cu y masa (în kg) de propan avem $x + y = 520$.

Volumul de CO_2 rezultat din x kg CH_4 este $\frac{22{,}4x}{16}$ m³ iar volumul de CO_2 rezultat din y kg C_3H_8 este $\frac{3 \cdot 22{,}4y}{44}$ m³. Putem forma sistemul $x + y = 520$

$\frac{22{,}4x}{16} + \frac{3 \cdot 22{,}4y}{44} = 784$ de unde $x = 80$, $y = 440$

$\%_m\ CH_4 = 15{,}38\ \%$; $\%_m\ C_3H_8 = 84{,}62\ \%$; $\%_v CH_4 = 33{,}33\ \%$; $\%_v\ C_3H_8 = 66{,}67\ \%$

b) $M = 0{,}3333 \cdot 16 + 0{,}6667 \cdot 44 = 34{,}66$

$d_{aer} = \frac{34{,}66}{28{,}8} = 1{,}20.$

2.25. S-au supus oxidării 160 kg metan, adică 10 kmoli de CH_4 cu 5 kmoli O_2. Fie x numărul de kmoli de CH_4 reacționați. Se formează x kmoli CO, $2x$ kmoli H_2 și rămîn nereacționați $10 - x$ kmoli metan și $5 - 0{,}5x$ kmoli O_2. În total după terminarea reac-

Scanned with OKEN Scanner

ției avem $x + 2x + 10 - x + 5 - 0{,}5x = 1{,}5x + 15$ kmoli gaze. Masa moleculară medie a acestui amestec gazos este de:

$$M = \frac{x}{1{,}5x + 15} \cdot 28 + \frac{2x}{1{,}5x + 15} \cdot 2 + \frac{10 - x}{1{,}5x + 15} \cdot 16 +$$

$$+ \frac{5 - 0{,}5 \cdot x}{1{,}5x + 15} \cdot 32 = \frac{320}{1{,}5x + 15} = 14{,}22 \text{ de unde } x = 5 \text{ deoarece}$$

$M = 22{,}4 \cdot 0{,}635 = 14{,}22$. Randamentul este deci de (5/10) $100 = 50\,\%$.

b) Din 5 kmoli de CH_4 se obțin 5 kmoli CO(140 kg) și 10 kmoli H_2 (20 kg). În total rezultă 160 kg gaz de sinteză.

2.26. a) Calculăm masa moleculară medie a amestecului din ecuația de stare $M = \frac{mRT}{pV} = \frac{240 \cdot 0{,}082 \cdot 300}{1{,}476 \cdot 100} = 40$.

Alcanii au formulele moleculare C_xH_{2x+2} și $C_{x+1}H_{2x+4}$. Este valabilă inegalitatea $14x + 2 < 40 < 14x + 16$ care are ca singură soluție chimic acceptabilă $x = 2$. Deci cei doi alcani sînt etanul și propanul.

b) Determinăm fracțiile molare ale etanului și propanului din acest amestec, notate cu x_1 respectiv cu x_2. Din sistemul: $x_1 + x_2 = 1$ și $30 \cdot x_1 + 44\, x_2 = 40$ rezultă $x_1 = 0{,}2857$ și $x_2 = 0{,}7143$. Deci într-un mol de amestec (40 g) avem $0{,}2857 \cdot 30 = 8{,}57$ g etan și $0{,}7143 \cdot 44 = 31{,}430$ grame propan. Prin urmare, procentele masice ale celor doi alcani sînt: $\%C_2H_6 = \frac{8{,}57}{40} \cdot 100 = 21{,}42\,\%$ și $\%C_3H_8 = \frac{31{,}43}{40} \cdot 100 = 78{,}58\,\%$.

c) Procentele de volum ale celor doi alcani în amestec sînt: 28,57 % C_2H_6 și 71,43 % C_3H_8. În 1000 cm³ amestec avem 285,7 cm³ etan și 714,3 cm³ propan. Volumele de oxigen necesar arderii sînt de 999,95 cm³ pentru etan și 3571,5 cm³ pentru propan; în total 4571,45 cm³. Volumul de aer este egal cu 22857,25 cm³.

2.27. $C_nH_{2n+2} + Cl_2 \xrightarrow{300C^\circ} C_nH_{2n+1}Cl + HCl$

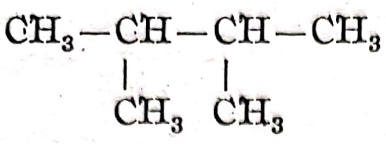
Pornind de la un mol alcan din reacție avînd în vedere randamentul de 80 % vom obține un amestec de reacție care conține 0,8 moli derivați halogenați izomeri și 0,2 moli alcan A. Procentul de carbon din acest amestec este:

$$\%C = \frac{12n}{0{,}2(14n + 2) + 0{,}8(14n + 36{,}5)} \cdot 100 = 63{,}38 \text{ de unde}$$

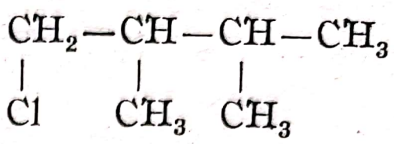
$n = 6$

Scanned with OKEN Scanner

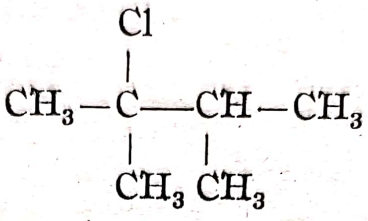
Singurul alcan C_6H_{14} care formează doi izomeri monocloruraţi este 2,3 dimetil butanul.



2,3-dimetil butan



1 clor-2,3 dimetil butan



2-clor 2,3 dimetil butan

Alcanii izomeri C_6H_{14} aranjaţi în ordinea creşterii punctelor de fierbere sînt.: 2,2-dimetil butan, 2,3-dimetilbutan, 3-metil-pentan, 2-metil-pentan, *n*-hexan.

În 2,3-dimetil butan sînt 12 atomi de H primari şi 2 atomi de C terţiari $(12 \cdot 1{,}00 + 2 \cdot 4{,}43 = 20{,}86)$

$$\%B = \frac{12 \cdot 1{,}00}{20{,}86} \cdot 100 = 57{,}53\,\%$$

$$\%C = \frac{8{,}86 \cdot 100}{20{,}86} = 42{,}47\,\%$$

Din cei 0,8 moli amestec de $B + C$ avem $\frac{57{,}53}{100} \cdot 0{,}8 = 0{,}46$ moli B şi $\frac{42{,}47}{100} \cdot 0{,}8 = 0{,}34$ moli C. În total vom avea $0{,}2 \cdot 86 = 17{,}2$ g alcan A, $0{,}46 \cdot 120{,}5 = 55{,}43$ g compus B şi $0{,}34 \cdot 120{,}5 = 40{,}97$ g compus C. Masa amestecului = 113,6grame.

$\%A = 15{,}14\,\%$; $\%B = 48{,}79\,\%$; $\%C = 36{,}07\,\%$.

2.28. a) Iniţial în incintă avem $n_1 = \frac{p_1 V}{RT_1}$ moli gaz.

În final în incintă avem $n_2 = \frac{p_2 V}{RT_2}$ moli gaz.

$$\Delta n = \frac{V}{R}\left(\frac{p_1}{T_1} - \frac{p_2}{T_2}\right) = 76{,}43/M$$

Înlocuind valorile din enunţ în relaţia precedentă obţinem $M = 35{,}67$. Fie M_x şi M_y masele molare ale celor doi alcani şi m masa fiecărui alcan din amestec.

Scanned with OKEN Scanner

$$\frac{\frac{m}{M_x}}{\frac{m}{M_x}+\frac{m}{M_y}} M_x + \frac{\frac{m}{M_y}}{\frac{m}{M_x}+\frac{m}{M_y}} M_y = 35{,}67 = M \text{ de unde}$$

$$\frac{2M_xM_y}{M_x+M_y} = 35{,}67.$$

Deoarece $M = 35{,}67$ rezultă că alcanul inferior poate fi metanul ($M_x = 16$) sau etanul ($M_x = 30$).
Pentru $M_x = 16$ rezultă $M_y = -155{,}50$ soluție care nu convine chimic.
Pentru $M_x = 30$ rezultă $M_y = 44$. Deci cei doi alcani sînt etanul și propanul.

b) $n_2 = \frac{p_2V}{RT_2} = \frac{1 \cdot 179{,}11}{0{,}082 \cdot 273} = 8$ moli amestec gazos, care au masa de $8 \cdot 35{,}67 = 285{,}39$ grame.

2.29. Dintr-un mol alcan C_nH_{2n+2} (cu masa de $14n + 2$ grame) se formează 0,6 moli alchenă (0,6 · 14 n grame), 0,6 moli H_2 (1,2 grame) și mai rămîn 0,4 moli alcan nereacționați (0,4 $(14n+2)$ grame). Întrucît masa amestecului gazos rezultat este de $14n + 2$ grame rezultă că:

$$\frac{0{,}6 \cdot 14n}{14n+2} \cdot 100 = 57{,}9 \text{ de unde } n = 4.$$

Alcanul este normal butanul și alchena poate fi 1- sau 2-butena.

b) 1000 kg butan reprezintă 17,24 kmoli butan. Se formează $17.24 \cdot 0{,}6 = 10{,}34$ kmoli butenă și $17{,}24 \cdot 0{,}6 = 10{,}34$ kmoli H_2 și $17{,}24 \cdot 0{,}4 = 6{,}89$ kmoli butan. În total 27,57 kmoli gaze care ocupă în c.n. 617,5 m^3.

2.30. Volumul de CO_2 rezultat este de $875 - 125 = 750$ litri. Notînd cu x volumul de CH_4 și y volumul de C_3H_8 din amestec se formează sistemul $x + y = 300$; $x + 3y = 750$ de unde $y = 225$ litri C_3H_8; $x = 75$ litri CH_4. Raport molar $CH_4 : C_3H_8 = 1 : 3$. Raportul masic $CH_4 : C_3H_8 = 1 : 8{,}25$.

b) Cei 750 litri CO_2 vor reacționa cu 3750 grame KOH cu formare de K_2CO_3. Masa soluției de KOH este de 12,5 kg iar volumul acestei soluții de 9,45 litri.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL 3

HIDROCARBURI NESATURATE CU LEGĂTURI DUBLE. ENUNȚURI

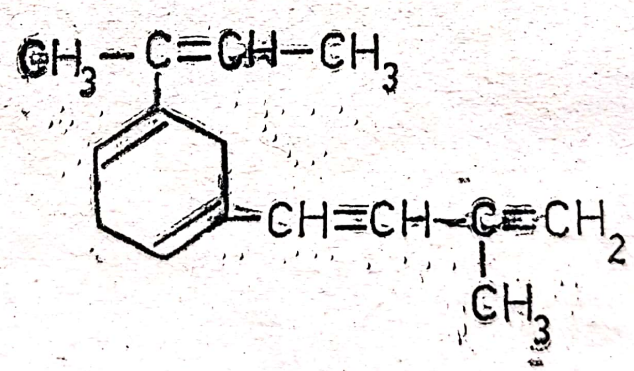
3.1. Scrieți și denumiți toate alchenele care corespund formulei moleculare C_6H_{12}, menționînd care dintre ele prezintă izomerie geometrică.

3.2. Scrieți formulele de structură ale hidrocarburilor cu legături duble care conțin în moleculă a) cinci atomi de carbon, b) patru atomi de hidrogen, și maximum 6 atomi de carbon.

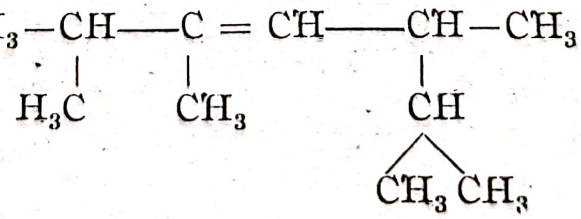
3.3. Scrieți și denumiți izomerii geometrici ai următoarelor hidrocarburi: a) 2,4-heptadienă b) 2,5-heptadienă c) 2,4,6-octatrienă d) 2,4,6-nonatrienă c) 3-metil-2-pentenă.

3.4. Denumiți compușii organici de mai jos:

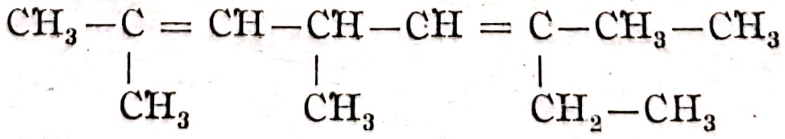
a)



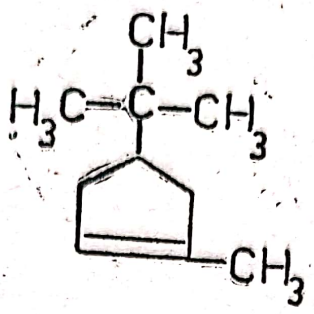
b)



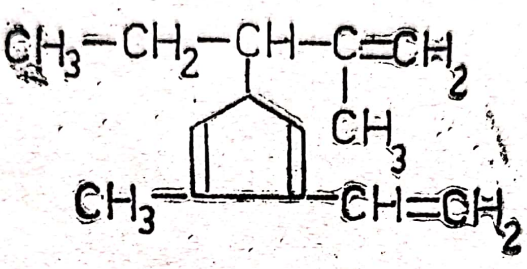
c)



d)



e)



f) $CH_3-CH=CH-C(=CH_2)-CH(CH_3)-CH=CH_2$

g) $CH_3-CH=C(CH_3)-C(=CH_2)-CH_2-C(=CH-CH=C(CH_3)-CH_3)-CH=CH-CH_3$

3.5. Scrieți formulele de structură ale compușilor de mai jos:

a) 1-metil-4-(2-metil-2-propenil)1,3-ciclopentadienă

b) 4-etil-3,3-dimetil-1,4-hexadienă

c) 4-(1-etil-3-butenil)-1,3-dimetil-1-ciclopentenă

d) 7-metil-4-(1-metilvinil)-1,3,6-octatrienă

3.6. Determinați hidrocarburile care formează prin oxidare cu $K_2Cr_2O_7$ și H_2SO_4 următoarele substanțe:

a) $CH_3-C(=O)-CH_2-CH_3$ și $CH_3-CH(CH_3)-COOH$

b) $CH_3-C(CH_3)-COOH$, CO_2 și H_2O

Scanned with OKEN Scanner

c) $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-COOH$ și $CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-COOH$

d) $CH_3-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$

e) $CH_3-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-CH_2-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}=O$

f) $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}}}-\underset{\displaystyle O}{\underset{\|}{C}}-COOH$ și $CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle O}{\underset{\|}{C}}-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-COOH$

g) $HOOC-CH_2-CH_2-\underset{\displaystyle CH_2-COOH}{\underset{|}{CH}}-COOH$ și CH_3COOH

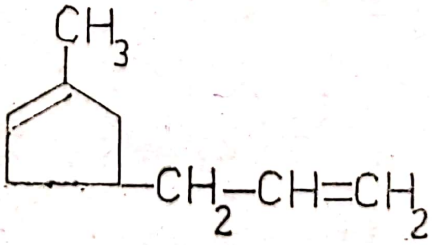
h) $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}=O$, $HOOC-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle O}{\underset{\|}{C}}-CH_3$,

$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-COOH$ și $HOOC-COOH$

i) amestec echimolar de acid acetic și acid oxalic.

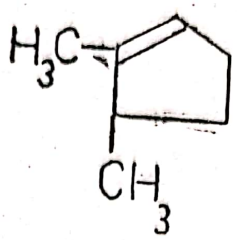
3.7. Indicați compușii cloruraţi din care se pot obține prin eliminare de HCl următoarele hidrocarburi:

a) $CH_2=\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}}}-CH_3$

b) 

Scanned with OKEN Scanner

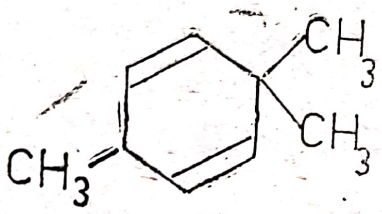
c



d) $CH_3-C=C-CH_2-CH_3$

H_3C CH_3

e)



3.8. Scrieți formulele de structură ale compușilor organici care rezultă din reacția următoarelor hidrocarburi: a) 2-metil-2-pentena b) 1,3-dimetil-1-ciclopentena c) 1—metil-4 (1—propenil)-1-ciclopentena cu 1) HCl, 2) H_2O, 3) HOCl, 4) Cl_2, 5) Cl_2 (500°C), 6) $KMnO_4$, H_2O, 7) $K_2Cr_2O_7$, H_2SO_4, 8) O_3, H_2O.

3.9. Utilizînd 950 m³ etenă de puritate 94%, măsurată la 73° și 1,25 atm. se obțin 1500 litri alcool etilic de concentrație 96% ($\rho = 0{,}8$ g/ml). Să se calculeze randamentul de preparare al alcoolului etilic.

3.10. 6 tone butan de puritate 97,5% se dehidrogenează în două trepte în vederea preparării butadienei. Prima treaptă dedehidrogenare decurge cu un randament de 80%, treapta a doua de dehidrogenare are loc cu un randament de 75%. Se cere: a) randamentul global de preparare al butadienei; b) cantitatea în kg și m³ (c.n.) de butadienă obținută; c) ce volum de butenă (măsurat în c.n.) s-a format intermediar.

3.11. Să se scrie și să se denumească hidrocarburile care prin tratare cu ozon urmată de hidroliză formează:

a) formaldehidă și butanonă ($CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_2-CH_3$)

b) 2 moli de acetonă la 1 mol hidrocarbură

Scanned with OKEN Scanner

c) $O=C(CH_3)-(CH_2)_3-C(CH_3)=O$

d) $O=C(CH_3)-CH_2-CH_2-CHO$

e) CH_3CHO (aldehidă acetică), $O=C(H_3C)-C(CH_3)=O$, formaldehidă

f) 2 moli de formaldehidă + 1 mol de glioxal (CHO—CHO) la 1 mol hidrocarbură

g) $CHO-CH_2-CHO$ și $CH_3-C(=O)-C(=O)-CH_3$

h) $CHO-CHO$ și $CHO-(CH_2)_2-C(=O)-CH_3$

3.12. Deduceți formulele moleculare ale hidrocarburilor nesaturate *A* și *B* pe baza următoarelor informații:

1) prin adiția de Cl_2 la hidrocarbura *A* masa acesteia crește de 2,31 ori;
2) prin adiția de HBr la substanța B se obține un compus al cărui conținut de carbon este cu 55% mai mic decît cel de brom.

Generalizați formula moleculară pentru fiecare caz. Se mai cunoaște că în hidrocarburile *A* și *B* nu sînt legături triple și că de fiecare dată rezultă compuși saturați.

3.13. Se prepară izobutenă cu randament de 67% din clorură de terț-butil de puritate 95%. Ce cantitate de izobutenă de puritate 98% se poate prepara din 1725 kg clorură de terțbutil cu puritatea de mai sus? Ce cantitate de izooctan se poate prepara din izobutena astfel obținută, cu un randament global de 60%, cunoscînd că izobutanul necesar procesului este obținut tot din cantitatea respectivă de izobutenă.

3.14. Prin clorurarea alilică a propenei cu clorul în raport masic clor : propenă = 1 : 1 se obține un amestec de reacție organic ce conține clorură de alil și diclorpropan (rezultat prin adiția Cl_2 la propenă) în raport masic de 3,38 : 1 precum și propenă

Scanned with OKEN Scanner

nereacționată. Cunoscînd că 30% din clor a rămas de asemenea nereacționat se cere:

a) compoziția în % de masă a amestecului de derivați cloruranți și propenă rezultat;

b) cantitatea în kg și m^3 de propenă și clor necesare pentru a obține o tonă clorură de alil.

3.15. Într-o incintă cu volumul de 100 litri se află la 77°C și 900 mmHg un amestec gazos echimolar format dintr-un alcan *A* și o alchenă *B*. Cunoscînd că amestecul gazos de hidrocarburi conține 16,66% H și că în aceleași condiții de presiune și temperatură densitatea lui *A* este cu 57,14% mai mare decît densitatea lui *B* se cere: a) formulele de structură ale compușilor *A* și *B*; b) cantitatea în grame din amestecul gazos aflat în incintă.

3.16. Dintr-un rezervor ce conținea 720 kg propenă la temperatura de 27°C se scoate propenă pînă ce presiunea în rezervor a scăzut cu 40%. Propena scoasă este întrebuințată astfel: 1) o treime în vederea obținerii clorurii de alil cu un randament de 60% lucrîndu-se cu raport masic propenă : clor = 1 : 1, 2) jumătate din cantitatea rămasă este folosită la prepararea alcoolului izopropilic, obținîndu-se 112 kg soluție alcool izopropilic 92%, 3) restul rămas este supus adiției cu HCl, lucrîndu-se cu un exces de 10% HCl, în vederea preparării cu un randament de 79% a 2-clorpropanului. Se cere:

a) volumul în condiții normale de clor întrebuințat la prepararea clorurii de alil;

b) cantitatea în kg și kmoli de clorură de alil obținută;

c) randamentul de preparare al alcoolului izopropilic;

d) volumul de HCl (c.n.) folosit la prepararea 2-clorpropanului;

e) cantitatea de 2-clorpropan de puritate 99% obținută.

3.17. O hidrocarbură cu cifra de nesaturare egală cu 3 formează prin tratare cu Br_2 un compus saturat pentru care raportul masic Br : C = 4,444. Să se determine formula de structură a hidrocarburii dacă ea conține doi atomi de carbon primari și prin oxidare cu $K_2Cr_2O_7$ în mediu acid formează doi compuși organici, unul fiind acidul acetic. ($M_{hidroc.} < 100$).

3.18. Se supune oxidării cu $K_2Cr_2O_7$ și H_2SO_4 un amestec format dintr-o alchenă C_6H_{12} și o alchenă C_5H_{10}. Cunoscînd că unicii produși organici rezultați sînt acetona și acidul acetic în raport masic de 2,255 : 1 se cere: a) formula de structură și denumirea

Scanned with OKEN Scanner

celor două hidrocarburi; b) compoziția în procente molare a amestecului de alchene c) volumul soluției 0,7 n de $K_2Cr_2O_7$ necesar oxidării a 250 g amestec de alchene.

3.19. Un amestec de propenă și butadienă are în condiții normale densitatea egală cu 2,15 g/l. Se cere: a) raportul molar al celor două hidrocarburi în amestec; b) compoziția în procente de masă a amestecului; c) volumul soluției de brom 0,2 normale care ar fi necesar bromurării totale a 10 litri amestec gazos (c.n.) d) cantitatea de soluție de $K_2Cr_2O_7$, 6%, necesară oxidării în mediu de H_2SO_4 a 100 g amestec de hidrocarburi.

3.20. Prin tratarea cu ozon urmată de hidroliză a unei cantități de 4 g hidrocarbură aciclică cu N.E. = 3 s-au obținut 3 g formaldehidă alături de o altă substanță organică și ca unic compus anorganic apa oxigenată. Se cere: a) formula de structură și denumirea hidrocarburii; b) să se scrie ecuația reacției de oxidare a hidrocarburii cu $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$.

3.21. Să se identifice alchenele gazoase al căror amestec echimasic are densitatea cu 4% mai mică decît densitatea în aceleași condiții de p și T a amestecului echimolar al acelorași două alchene.

3.22. Să se calculeze volumul soluțiilor 0,4 molare de $K_2Cr_2O_7$ ce oxidează în mediu de acid sulfuric a) 0,5 moli de 1 butenă b) 10 litri (c.n.) 2-butenă c) 50 g butadienă.

3.23. La oxidarea a 37,2 grame dintr-o hidrocarbură X cu N.E. = 2 cu $K_2Cr_2O_7$ și H_2SO_4 se consumă 6 litri soluție 0,6 normală de oxidant formîndu-se 31,2 grame acid malonic și un alt compus organic Y. Să se identifice compușii X și Y.

3.24. Un amestec gazos format dintr-o alchenă A și un alcan B are volumul egal cu 33,6 litri iar raportul masic $A : B = 1{,}273$. Prin arderea amestecului cu 150 litri oxigen se formează după condensarea vaporilor de apă 105,2 litri gaze care prin trecerea printr-o soluție diluată de hidroxid de calciu formează 350 grame precipitat. Se cere: a) identificarea hidrocarburilor A și B, b) compoziția în % de volum a amestecului de hidrocarburi. Toate volumele sînt măsurate în condiții normale.

3.25. Să se calculeze compoziția în procente de volum a unui amestec de etenă și hidrogen în următoarele trei cazuri cînd

prin trecerea sa peste un catalizator de nichel la temperatură ridicată:
a) din 1000 litri amestec etenă — hidrogen rezultă 850 litri amestec gazos;
b) din 672 litri amestec gazos etenă — hidrogen rezultă 268 g amestec gazos;
c) prin hidrogenare masa moleculară a amestecului crește cu 25%. Toate volumele sînt măsurate în condiții normale.

3.26. La hidrogenarea unei probe de 1,12 litri (c.n.) de hidrocarbură X se consumă 746 ml H_2 măsurați la 273 K și 1,5 atm. La tratarea unei probe de 1,35 g din aceeași hidrocarbură cu Br_2 se formează 5,35 g produs de reacție. Se cere:
a) formula moleculară și de structură a hidrocarburii X cunoscînd că în molecula acesteia nu sînt catene laterale.
b) scrieți reacția cu HBr, ozon și apă și reacția de oxidare cu $K_2Cr_2O_7$ în mediu de H_2SO_4 a hidrocarburii X.

3.27. Prin oxidarea unei probe din alchena X cu $K_2Cr_2O_7$ și H_2SO_4 se consumă 714 ml soluție 0,1 n de oxidant cu degajarea a 219,78 ml CO_2 măsurați la 27°C. Prin arderea unei probe identice din alchena X se formează 2,214 g amestec de CO_2 și vapori de apă. Deduceți formula de structură a alchenei X.

3.28. Un amestec echimolar de două alchene prin tratare cu apă de brom formează un amestec de derivați halogenați ce conține 76,55% brom. Să se determine formula de structură ale celor două alchene, dacă prin oxidare cu $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$ unicul produs organic format este acidul acetic.

3.29. 652 kg amestec de etenă și butadienă se amestecă cu Cl_2 în vederea preparării derivaților clorurați saturați respectivi. Se constată la sfîrșitul reacției că mai rămîn 53,76 m^3 Cl_2 nereacționat. Cunoscînd că clorul a fost luat în exces de 10% față de cantitatea teoretic necesară se cere:
a) compoziția în procente molare a amestecului de hidrocarburi;
b) cantitatea în kg a amestecului de derivați clorurați obținuți.

3.30. 100 litri amestec gazos de metan, etan și propenă este supus arderii cu 410 litri oxigen. După condensarea vaporilor de apă formați mai rămîn 265 litri gaze din care după trecerea printr-o soluție de NaOH mai rămîn nereacționați 15 litri gaze. Se cere:

Scanned with OKEN Scanner

a) compoziția în procente de volum a amestecului de hidrocarburi, toate volumele fiind măsurate în condiții normale;

b) raportul masic al celor trei hidrocarburi în amestecul supus arderii.

3.31. O probă dintr-o hidrocarbură nesaturată formează prin oxidare cu o soluție $K_2Cr_2O_7$ în mediu de H_2SO_4 2,4 g acid acetic și 2,08 g acid malonic. Se cere: formula de structură a acestei hidrocarburi și cantitatea în g de soluție $K_2Cr_2O_7$ 5% consumată la oxidarea probei.

3.32. 1,68 g dintr-o alchenă consumă la oxidare în mediu neutru sau slab alcalin 400 ml soluție 0,1 n de $KMnO_4$. Se cere:

a) formula moleculară a alchenei;

b) care dintre izomerii ce corespund formulei moleculare de la a) consumă la tratare cu $K_2Cr_2O_7$ în mediu de acid sulfuric cantitatea minimă de oxidant?

3.33. 200 g de alcool izobutilic se deshidratează în prezența H_2SO_4 formînd izobutenă cu un randament de 60%. Jumătate din cantitatea de izobutenă se oxidează cu soluție 0,75 *n* de $KMnO_4$ în mediu neutru (sau slab alcalin) iar cealaltă jumătate se oxidează cu o soluție 1,2 *n* de $K_2Cr_2O_7$ în mediu de acid sulfuric. Se cere:

a) volumul soluției de $KMnO_4$;

b) volumul soluției de $K_2Cr_2O_7$ consumat.

3.34. Să se determine formula moleculară și de structură a alchenelor *A*, *B* și *C* de mai jos cunoscînd că:

a) o probă din hidrocarbura *A* prin adiționarea a 1,231 ml Cl_2 măsurați la 27°C formează 5,65 mg produs de reacție. Care a fost cantitatea în g de probă;

b) o probă de 0,84 g din hidrocarbura *B* decolorează 600 ml soluție apă de brom 0,1 *n*;

c) o probă din hidrocarbura *C* cu masa de 14 g amestecată cu Cl_2 în raport molar 1 : 4 formează după reacție un amestec care conține nereacționat 16,8 litri (c.n.) Cl_2.

3.35. Cîte legături duble sînt în compușii *A*, *B* și *C* de mai jos cunoscînd că:

1) pentru a hidrogena 1,4 g compus *A* sînt necesari 0,465 litri hidrogen măsurați la 1000 mm Hg și 100°C. Vaporii compusului *A* au densitatea în raport cu oxigenul egală cu 2,1875;

Scanned with OKEN Scanner

2) pentru a hidrogena 23,66 ml compus B gazos măsurați la 50°C sînt necesari 87,91 ml H_2 măsurați la 27°C și 0,5 atm.;

3) pentru bromurarea completă a 3,4 g compus C sînt necesare 400 g soluție 2% brom. Vaporii substanței C au densitatea de 3,33 g/l la 1,5 atm. și 100°C.

3.36. Un amestec de 1-butenă, 2-butenă și izobutenă prin adiție de HCl formează un amestec de compuși cloruraţi în care raportul molar clorură de terțbutil : clorură de secbutil = 2 : 1. Dacă același amestec s-ar oxida cu $K_2Cr_2O_7$ și H_2SO_4 raportul masic dintre cei doi acizi organici rezultați A și B este $A : B = 1{,}621$ ($M_A > M_B$). Se cere:

1) compoziția în % de masă a amestecului de alchene;

2) dacă 386,4 g din acest amestec s-ar hidrogena cu un exces de 20% H_2 care ar fi volumul și compoziția în % de volum a amestecului gazos (hidrocarburi + H_2) rezultat precum și densitatea în raport cu aerul a acestui amestec.

3.37. Dacă un amestec de etenă și propenă se tratează cu HBr se constată că masa amestecului crește cu 231,43%. Se cere:

a) compoziția în procente de volum a amestecului de hidrocarburi;

b) ce volum de HCl (c.n.) este necesar pentru a reacționa cu o tonă din amestecul de hidrocarburi, dacă se lucrează cu un exces de 10% HCl.

3.38. Un amestec echimasic din alchena X și brom formează prin adiționarea întregii cantități de brom un amestec organic ce conține în procente masice 19,35% din alchena X restul fiind derivat dibromurat. Să se determine formula de structură a alchenei X dacă prin oxidare în mediu acid cu $K_2Cr_2O_7$ formează 2 cetone.

3.39. O alchenă A prin adiția apei formează un compus organic a cărui masă moleculară este cu 21,43% mai mare decît a alchenei. Pentru oxidarea unei cantități de 4,2 g alchenă A sînt necesari 0,4 litri soluție 0,5 n de $K_2Cr_2O_7$ în mediu de acid sulfuric. Să se determine formula de structură a alchenei A.

3.40. Să se calculeze normalitatea unei soluții de $K_2Cr_2O_7$ știind că 5 litri din această soluție oxidează în mediu de acid sulfuric 9,23 litri 2-butenă, măsurați la 27°C și 1 atm. Ce cantitate în g de ciclohexenă se oxidează cu 4 litri soluție de dicromat de potasiu cu concentrația determinată anterior?

Scanned with OKEN Scanner

3.41. Un amestec de etenă, propenă și butadienă în care raportul de mase este de 1 : 2,5 : 4 reacționează cu 13,2 litri soluție 0,5 *n* de brom. Se cere:

a) volumul amestecului de hidrocarburi (în c.n.);

b) procentul de brom din amestecul de derivați bromurați rezultat.

3.42. În vederea preparării butadienei se dehidrogenează 580 kg butan obținîndu-se un amestec de hidrocarburi ce conține alături de butadienă, butan și butene. Cunoscînd că în amestecul rezultat procentul masic de butan este egal cu 31,40% și că în timpul procesului s-au degajat 291,2 m^3 (c.n.) H_2 se cere:

a) cantitatea de butadienă rezultată (în kg);

b) volumul amestecului gazos rezultat (c.n.).

3.43. Se prepară 500 m^3 (c.n.) de etenă din butan cu un randament de 80% la o conversie totală de 95%. Alături de etenă în amestecul gazos rezultat mai există propenă, metan butan și etan. Determinați:

a) cantitatea în kg și kmoli de butan întrebuințată;

b) compoziția în procente de masă a amestecului gazos rezultat la descompunerea termică a butanului;

c) dacă întreaga cantitate de etenă rezultată este folosită la fabricarea alcoolului etilic cu un randament de 80% ce volum de soluție de alcool etilic 96% se poate obține ($\rho = 0,8$ g/ml);

d) propena rezultată în proces este folosită la alchilarea benzenului în raport molar propenă : benzen = 1 : 3. Calculați cantitatea de produs monoalchilat care se obține precum și compoziția în procente de masă a amestecului lichid rezultat din reactor.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL 3

HIDROCARBURI NESATURATE CU LEGĂTURI DUBLE. REZOLVĂRI.

R_{14}: Hidrocarburile nesaturate aciclice neramificate avînd o legătură dublă primesc denumiri formate prin înlocuirea terminației ,,an'' din numele hidrocarburii saturate corespunzătoare cu terminația ,,enă''. Dacă sînt prezente două duble legături terminația este ,,adienă'', pentru trei legături duble terminația este ,,atrienă'' etc. Catena este numerotată în așa fel încît legăturile duble să primească cele mai mici numere posibile. Pentru o legătură dublă se indică un singur număr de poziție și anume cel mai mic dintre numerele de poziție ale celor doi atomi de carbon implicați în formarea legăturii duble.

R_{15}: Hidrocarburile nesaturate aciclice ramificate se numesc ca derivați ai hidrocarburilor neramificate ce conțin numărul maxim de legături duble și triple. Dacă există două sau mai multe catene care pot fi selectate drept catenă cu număr maxim de legături nesaturate, atunci alegerea se va face ținînd seama de: 1) catena cu cel mai mare număr de atomi de carbon; 2) numărul atomilor de carbon fiind egal, catena cu numărul maxim de legături duble; 3) catena este aleasă și numerotată în așa fel încît legăturile duble și triple să primească cele mai mici numere posibile. În rest sînt aplicate aceleași reguli de nomenclatură ca și pentru hidrocarburile saturate aciclice ramificate. Pentru compusul nesubstituit $CH_2 = CH-C(CH_3)=CH_2$ se păstrează denumirea izopren.

R_{16}: Denumirile radicalilor monovalenți derivați de la hidrocarburile cu legături duble au terminațiile: ,,enil'', ,,dienil'' etc. Pozițiile legăturilor duble sînt indicate acolo unde este necesar. Atomul de carbon cu valența liberă se numerotează 1.

Scanned with OKEN Scanner

Exemple : 1-propenil $CH_3-CH=CH-$, 3-butenil $CH_2=CH-CH_2-CH_2-$
1-butenil $CH_3CH_2-CH=CH-$, 1-etilvinil $CH_2=C(-CH_2-CH_3)-$
1-metil-2-propenil $CH_2=CH-CH(-CH_3)-$

Sînt păstrate următoarele excepţii : vinil (pentru etenil) $CH_2=CH-$; alil (pentru 2-propenil) $CH_2=CH-CH_2-$; izopropenil (pentru 1-metilvinil) $CH_2=C(-CH_3)-$

R_{17}: Radicalii bivalenţi şi trivalenţi derivaţi de la radicalii monovalenţi ai hidrocarburilor aciclice prin eliminarea unui atom sau a doi atomi de hidrogen de la atomul de carbon cu valenţa liberă se denumesc prin adăugarea sufixului ,,iden'' sau respectiv ,,idin'' la denumirea radicalului monovalent corespunzător. Atomul de carbon cu valenţa liberă se numerotează cu 1.

Exemple : metilidin $CH\equiv$; etiliden $CH_3-CH=$; etilidin $CH_3-C\equiv$; viniliden $CH_2=C=$. Pentru radicalul $CH_2=$ se păstrează denumirea metilen.

R_{18}: Denumirile radicalilor bivalenţi derivaţi de la alcanii normali prin eliminarea cîte unui atom de hidrogen de la cei doi atomi de carbon terminali ai catenei sînt : etilen $-CH_2-CH_2-$; trimetilen $-CH_2-CH_2-CH_2-$

R_{19}: Denumirile radicalilor bivalenţi neramificaţi derivaţi de la alchene, alcadiene, alchine etc. prin eliminarea cîte a unui atom de hidrogen de la cei doi atomi de carbon terminali ai catenei se formează prin înlocuirea în ordine a terminaţiilor ,,enă'', ,,dienă'', ,,ină'' cu terminaţiile ,,enilen'', ,,dienilen'' şi ,,inilen'', poziţiile legăturilor duble şi triple fiind indicate acolo unde este necesar.

Exemple : propenilen $-CH_2-CH=CH-$; 1-butenilen $-CH_2-CH_2-CH=CH-$. Se păstrează denumirea de vinilen (pentru etenilen) $-CH=CH-$.

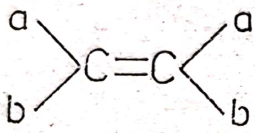
R_{20}: Denumirea unei hidrocarburi nesaturate monociclice fără catene laterale se formează prin înlocuirea în denumirea ciclo-alcanului corespunzător a terminaţiei ,,an'' cu ,,enă'', ,,adienă'', ,,atrienă'', Legăturile duble vor primi numere de poziţie cu cele mai mici valori posibile.

R_{21}: Denumirea hidrocarburilor monociclice nesaturate cu catene laterale se face în conformitate cu **R_{13}** cu precizarea suplimen-

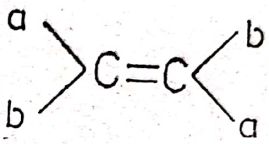
Scanned with OKEN Scanner

tară că numerotarea legăturilor duble în catene sau cicluri se face după $\mathbf{R}_{14}$ și $\mathbf{R}_{15}$.

$\mathbf{R}_{22}$: Denumirea izomerilor geometrici ai compușilor aciclici cu legături duble se poate face în cazurile mai simple folosind termenii cis și trans. Regula este aplicabilă pentru cazurile cînd este asigurată condiția de neidentitate a substituenților de la același atom de carbon a legăturii duble iar perechea de substituenți de la un atom de carbon se repetă și la celălalt:

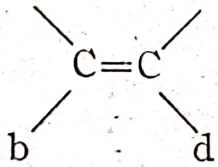


izomer cis



izomer trans

În izomerul cis substituenții notați cu a (sau b) sînt situati de aceeași parte a planului de referință (în acest caz planul π al legăturii duble) iar în izomerul trans sînt situati de o parte și de alta a acestui plan. În cazurile mai complicate cînd toți cei patru substituenți sînt diferiți: a c pentru stabi-



lirea corectă a denumirii izomerilor geometrici s-au stabilit următoarele reguli (Chimie, manual pentru clasa a XII-a, ediția 1981):

Pentru fiecare substituent se stabilește numărul de ordine al atomului care se leagă direct de atomul de carbon.

Se stabilește prioritatea standard a substituenților (ordinea descrescătoare a valorilor numerelor de ordine).

Se alege ca pereche de referință substituenții cu prioritate minimă de la fiecare atom de carbon.

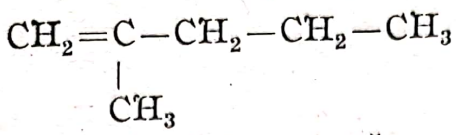
Dacă aceștia se găsesc de aceeași parte a planului de referință este vorba de izomerul cis; pentru evitarea confuziilor denumirea cis a fost înlocuită cu simbolul *Z*.

Dacă aceștia se găsesc de o parte și de cealaltă a planului de referință este vorba de izomerul trans; denumirea acestuia fiind înlocuită cu simbolul *E*.

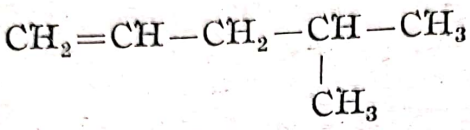
3.1. $CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ 1-hexenă

$CH_3-CH=CH-CH_2-CH_2-CH_3$ 2-hexenă (cis-trans)

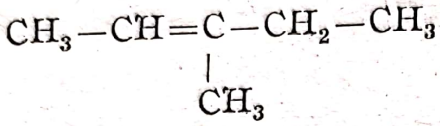
$CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH_3$ 3-hexenă (cis-trans)



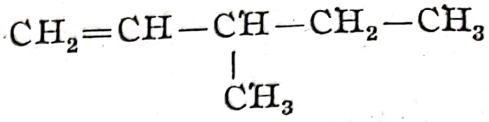
2-metil-1-pentenă



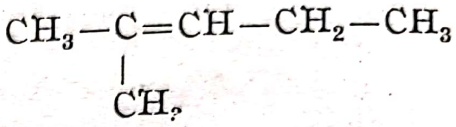
4-metil-1-pentenă



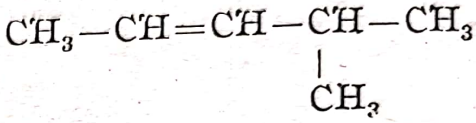
3-metil-2-pentenă (cis-trans)



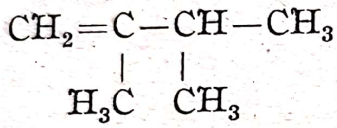
3-metil-1-pentenă



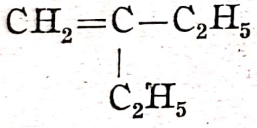
2-metil-2-pentenă



4-metil-2-pentenă (cis-trans)

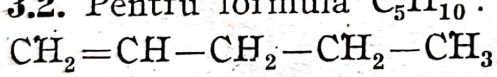


2,3-dimetil-1-butenă

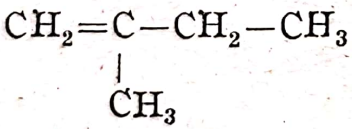


2-etil-1-butenă

3.2. Pentru formula C_5H_{10}:

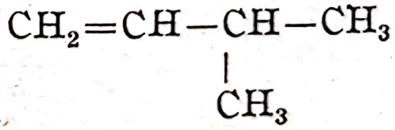


1-pentenă

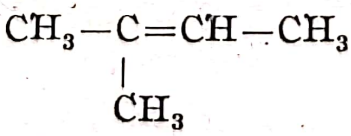


2-metil-1-butenă

2-pentenă

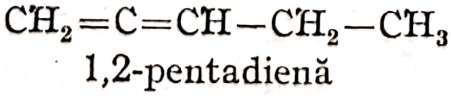


3-metil-1-butenă

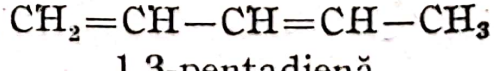


2-metil-2-butenă

Pentru formula C_5H_8:



1,2-pentadienă



1,3-pentadienă

Scanned with OKEN Scanner

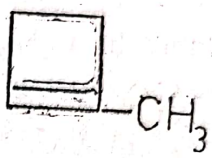
$CH_2=CH-CH_2-CH=CH_2$
1,4-pentadienă

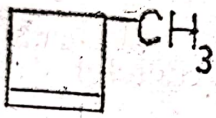
$CH_3-CH=C=CH-CH_3$
2,3-pentadienă

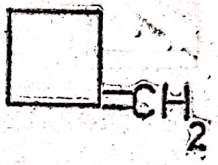
$CH_2=C=C(CH_3)-CH_3$
3-metil-1,2-butadienă

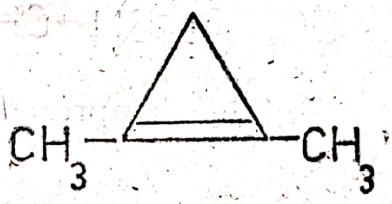
$CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2$
2-metil-1,3-butadienă

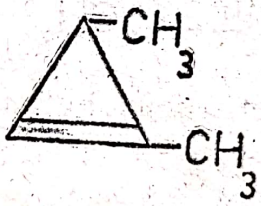
ciclopentenă

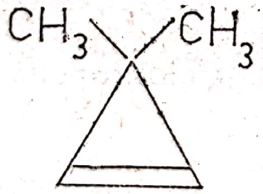

1-metilciclobutenă

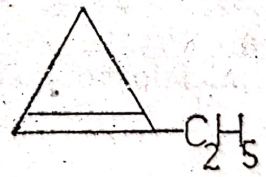

3-metilciclobutenă

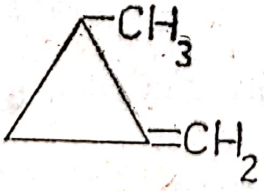

metilenciclobutan

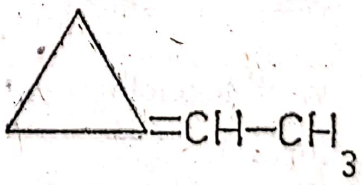

1,2-dimetilciclopropenă

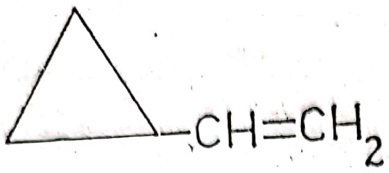

1,3-dimetilciclopropenă


3,3-dimetilciclopropenă

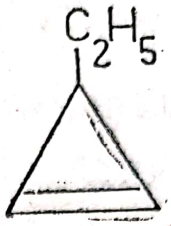

1-etilciclopropenă


1-metil-2-metilenciclopropan


etilidenciclopropan



vinilciclopropan



3-etilciclopropenă

Pentru formula C_5H_6:

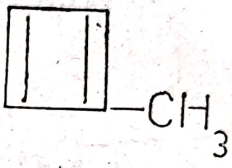
$CH_2=C=C=CH-CH_3$

1,2,3-pentatrienă

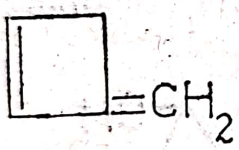
$CH_2=C=CH-CH=CH_2$

1,2,4-pentatrienă

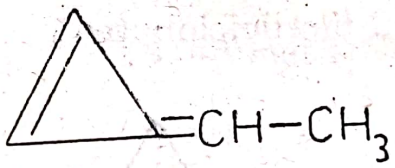
ciclopentadienă



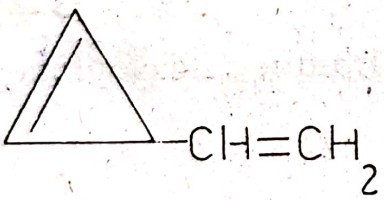
metilciclobutadienă



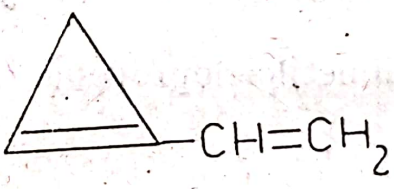
metilenciclobutenă



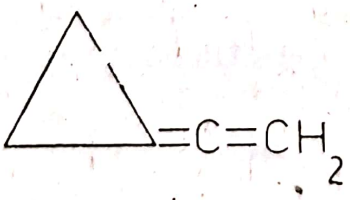
etilidenciclopropenă



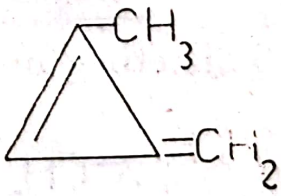
3-vinilciclopropenă



1-vinilciclopropenă



vinilidenciclopropan



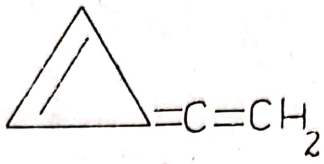
1-metil-3-metilenciclopropenă

Pentru formula C_5H_4:

$CH_2=C=C=C=CH_2$

pentatetraenă

Scanned with OKEN Scanner



vinilidenciclopropenă

b) Pentru formula C_2H_4

$CH_2=CH_2$

etenă

Pentru formula C_3H_4 :

$CH_2=C=CH_2$

propadienă

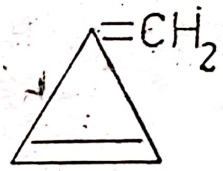
ciclopropenă

Pentru formula C_4H :

$CH_2=C=C=CH_2$

butatrienă

ciclobutadienă



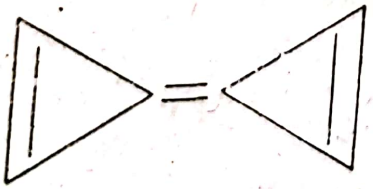
3-metilen-1-ciclopropenă
(metilenciclopropenă)

Pentru formula C_5H_4 : a se vedea punctul a)

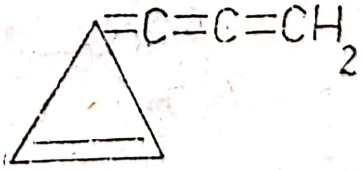
Pentru formula C_6H_4 :

$H_2C=C=C=C=C=CH_2$

hexapentaenă

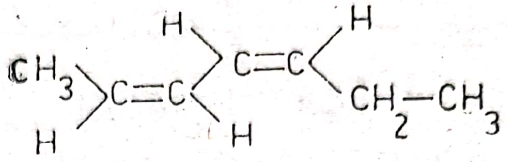


1,1′-biciclopropeniliden

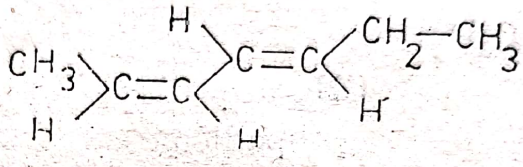


3-propadieniliden-1-ciclopropenă
sau (2-ciclopropeniliden)-propadienă

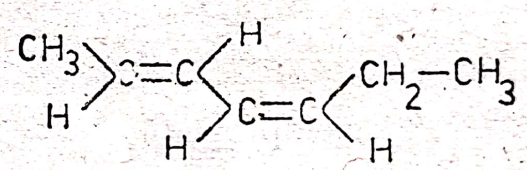
3.3. a) Admite 4 izomeri geometrici :



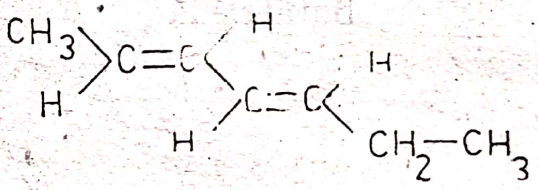
cis (Z) cis(Z)



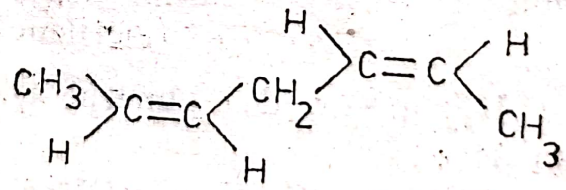
cis(Z) trans(E)



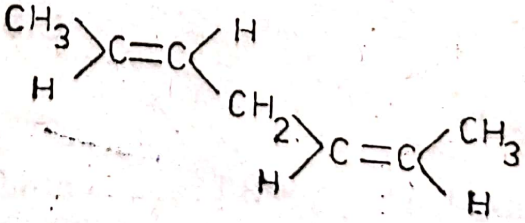
trans(E) cis (Z)



trans(E) trans(E)

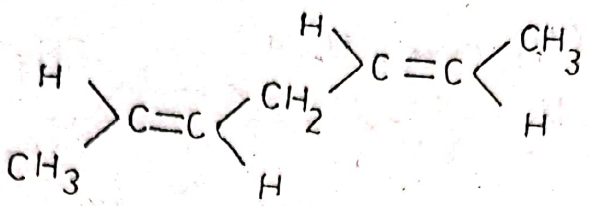


cis (Z) cis(Z)



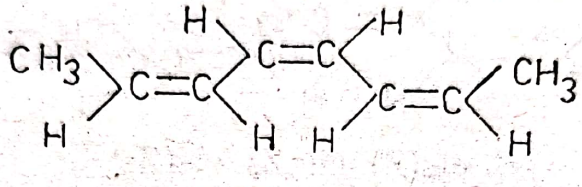
trans(E) cis(Z)

Scanned with OKEN Scanner

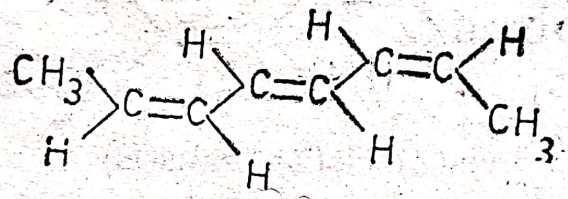


trans(E) trans(E)

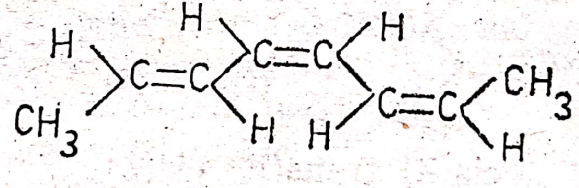
c) Sînt posibili 6 izomeri



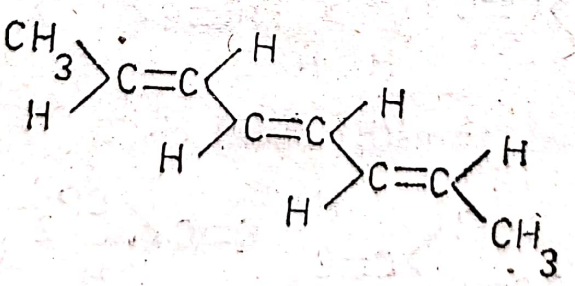
cis(Z) cis(Z) cis(Z)



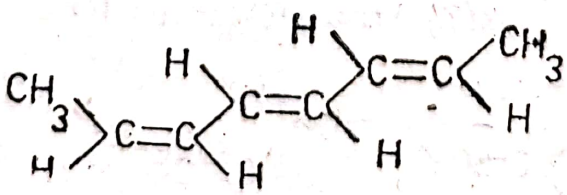
cis(Z) trans(E) cis(Z)



trans(E) cis (Z) cis(Z) (identic cu cis, cis, trans)

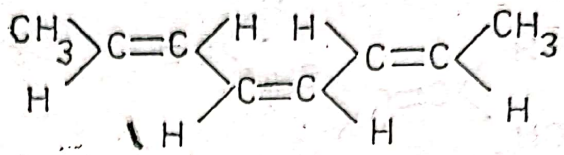


trans(E) trans(E) trans(E)



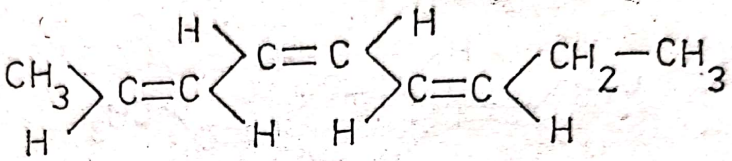
cis(Z) trans(E) trans(E) (identic cu trans trans cis)

Scanned with OKEN Scanner

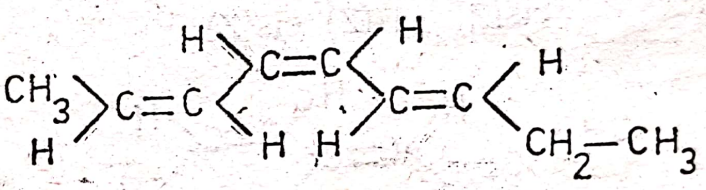


trans(E) cis(Z) trans(E)

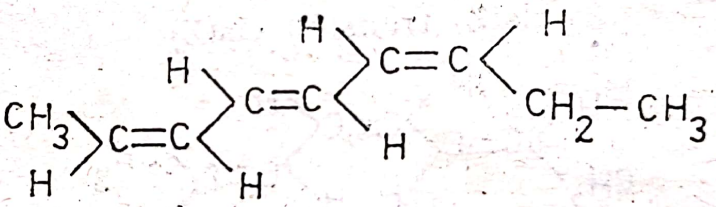
d) Sînt posibili 8 izomeri :



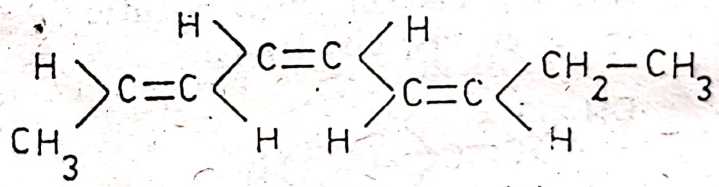
cis(Z) cis(Z) cis(Z)



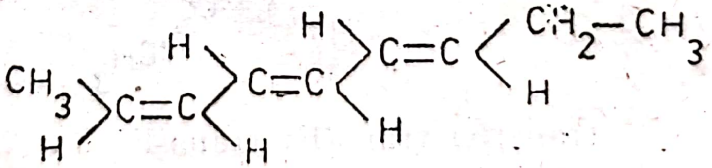
cis(Z) cis(Z) trans(E)



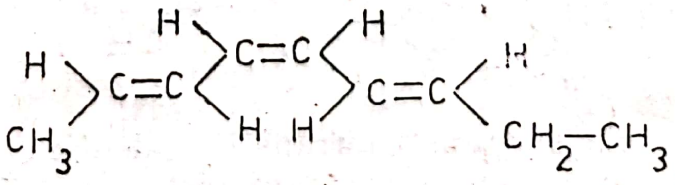
cis(Z) trans(E) cis(Z)



trans(E) cis(Z) cis(Z)

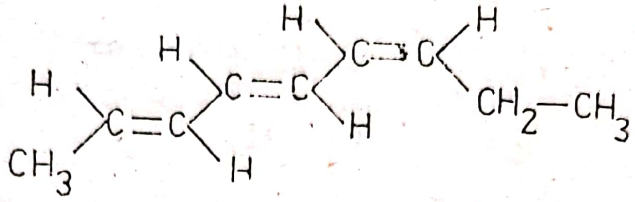


cis(Z) trans(E) trans(E)

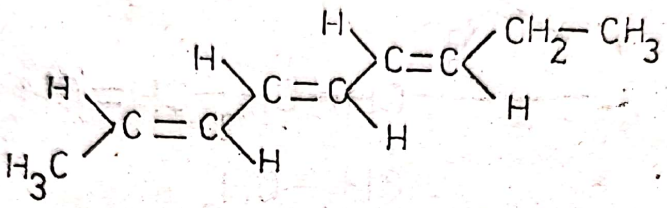


trans(E) cis(Z) trans(E)

Scanned with OKEN Scanner

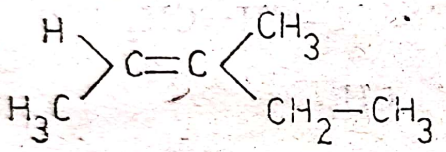


trans(E) trans(E) cis(Z)

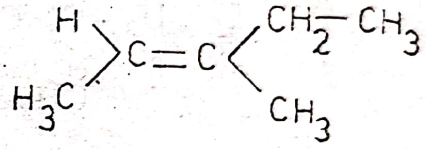


trans(E) trans(E) trans(E)

e)



c i

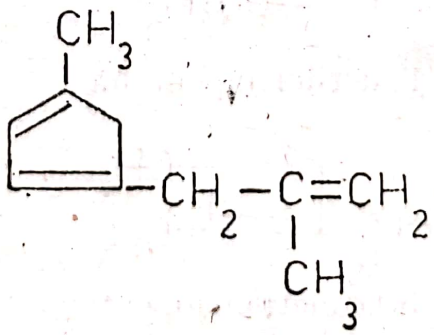


trans

deoarece dintre substituenții H și CH_3 are prioritate CH_3 iar din cealaltă pereche de substituenți CH_3 și $CH_2—CH_3$ are prioritate $CH_2—CH_3$. În general în cazul hidrocarburilor cu legături duble și care admit izomeri geometrici, izomerul cis este cel în care grupările conținînd cele mai lungi catene sînt situate de aceeași parte a legăturii duble.

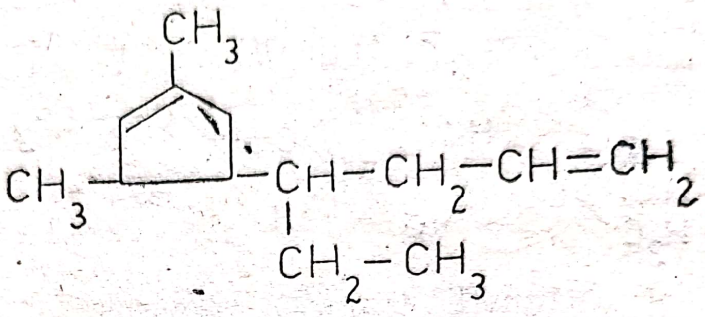
3.4. a) 1-(3-metil-1,3-butadienil)-5-(1-metil-1-propenil)-1,4-ciclohexadienă
b) 2,3,5,6-tetrametil-3-heptenă.
c) 6-etil-2,4-dimetil-2,5-octadienă.
d) 1-metil-4-terț-butil-1-ciclopentenă
e) 5-(1-etil-2-metil-2-propenil)-2-metil-3-vinil-1,3-ciclopentenă
f) 3-metil-4-metilen-1,5-heptadienă.
g) 7-izopropiliden-2,8-dimetil-5-(1-propenil)-2,4,8-decatrienă.

3.5. a)



b) $CH_3-CH=C(C_2H_5)-C(CH_3)_2-CH=CH_2$

c)



d) $CH_3-C(CH_3)=CH-CH_2-C(CH_2=C(CH_3)-CH_3)=CH-CH=CH_2$

3.6. a) $CH_3-CH_2-C(CH_3)=CH-CH(CH_3)-CH_3$

2,4-dimetil-3-hexenă

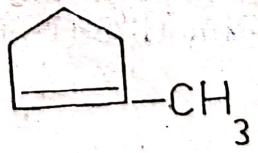
b) $CH_2=CH-C(CH_3)_2-CH_3$

3,3-dimetil-1-butenă

c) $CH_3-CH(CH_3)-CH=CH-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$

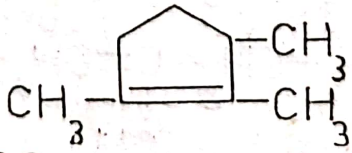
2,5-dimetil-3-heptenă

d)



1-metilciclopentenă

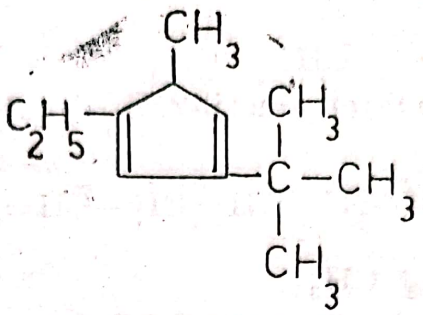
e)



1,2,3-trimetilciclopentenă

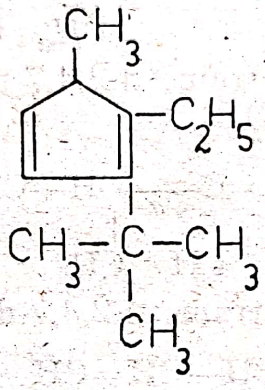
Scanned with OKEN Scanner

f)



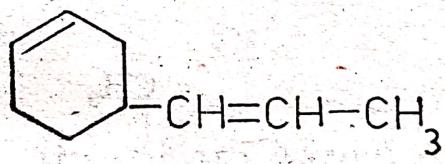
1-etil-5-metil-3-terțbutilciclopentadienă

sau



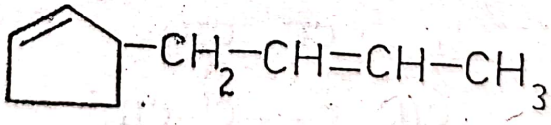
1-etil-5-metil-2-terțbutilciclopentadienă

g)



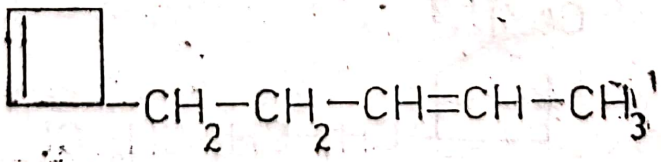
4-(1-propenil)ciclohexenă

sau



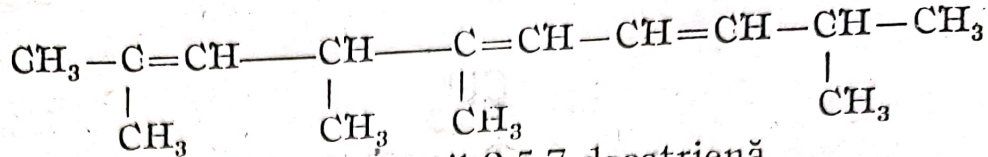
3-(2-butenil)ciclopentenă

sau



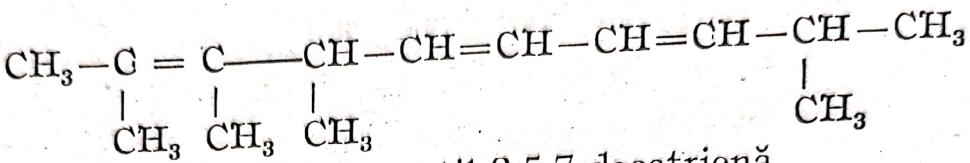
3-(3-pentenil)ciclobutenă

Scanned with OKEN Scanner

h) 

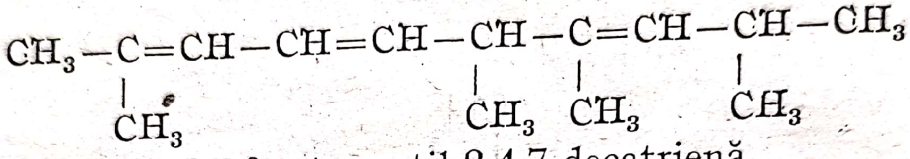
2,4,5,9-tetrametil-2,5,7-decatrienă

sau



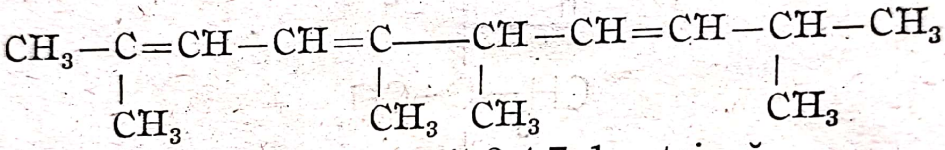
2,3,4,9-tetrametil-2,5,7-decatrienă

sau



2,6,7,9-tetrametil-2,4,7-decatrienă

sau

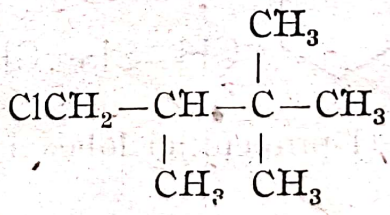


2,5,6,9-tetrametil-2,4,7-decatrienă

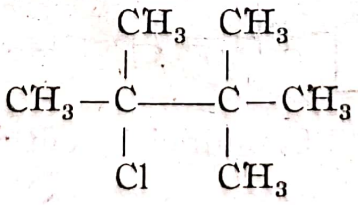
i)

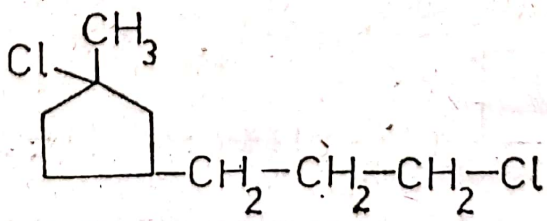
2,4,6-octatrienă

3.7. a)

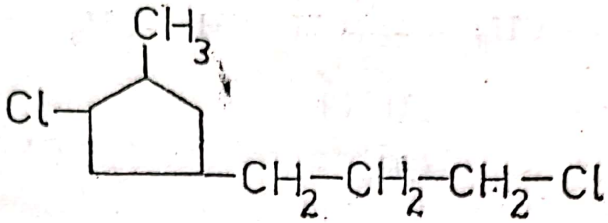


sau

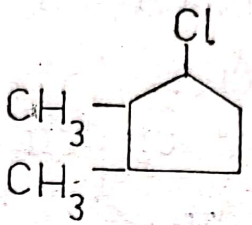


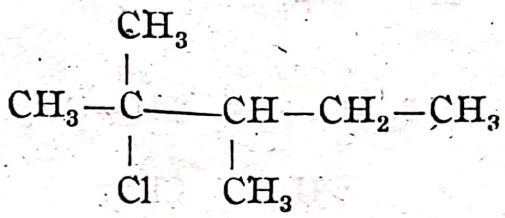
b) 

sau

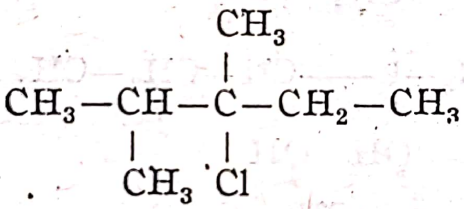


c)

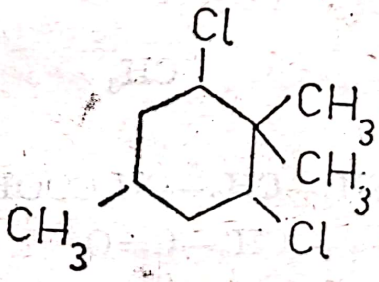


d) 

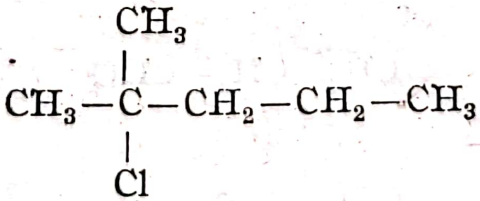
sau

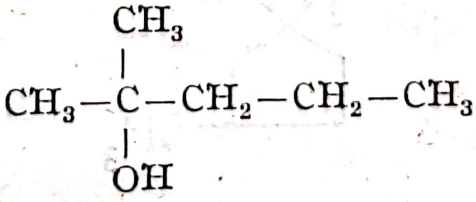


e)



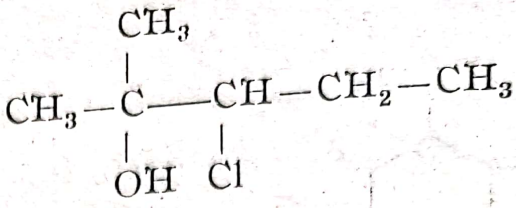
3.8. a) 1 :



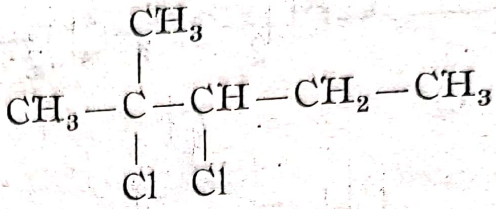
2 : 

Scanned with OKEN Scanner

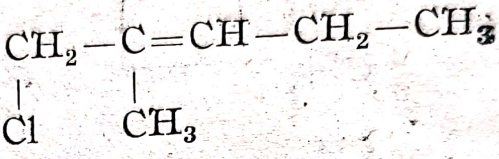
3 :



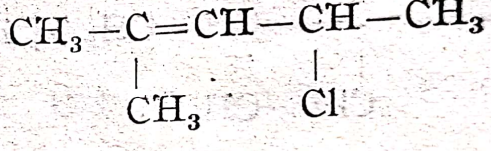
4 :



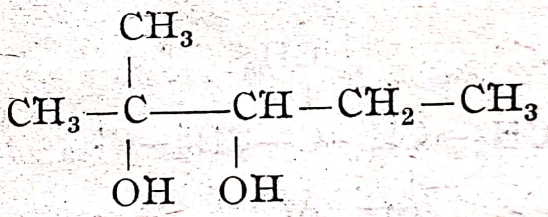
5 :



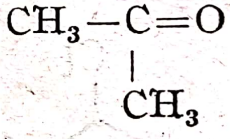
şi



6 :

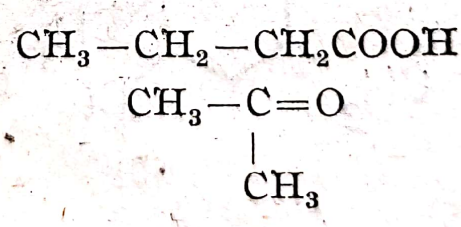


7 :

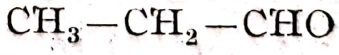


şi

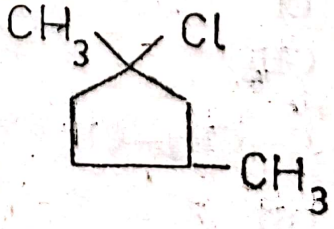
8 :

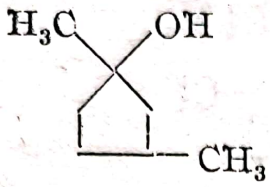


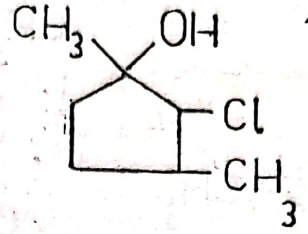
şi

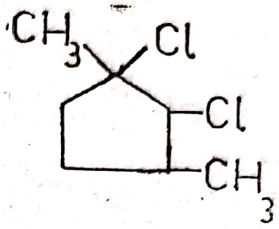


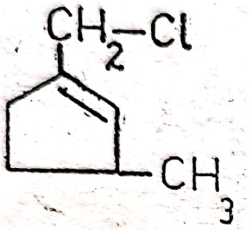
b) 1 ;

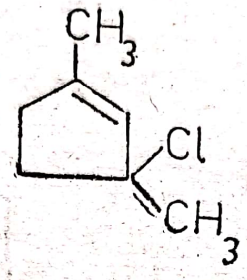


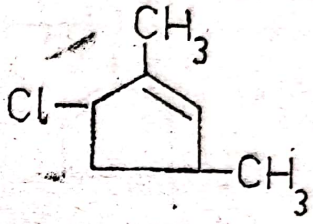
2: 

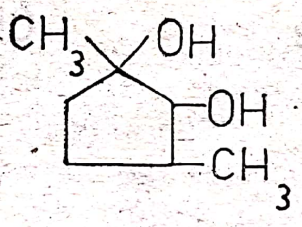
3: 

4: 

5: 



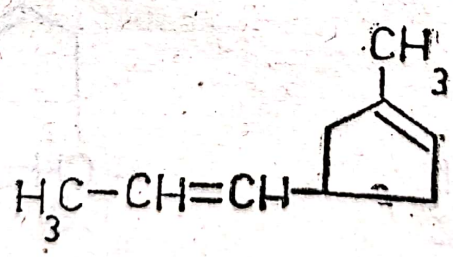


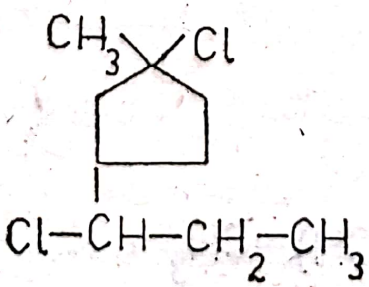
6: 

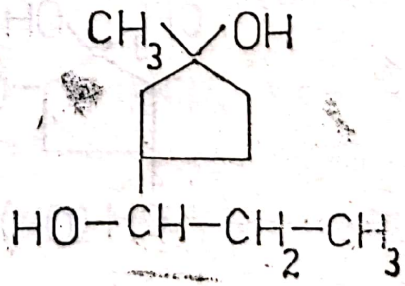
7: $HOOC-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}=O$

8: $CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_2-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CHO$

c) va forma următorii compuși:

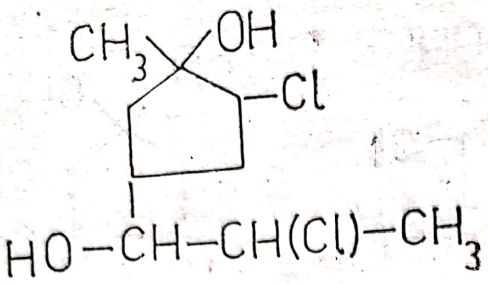


1: 

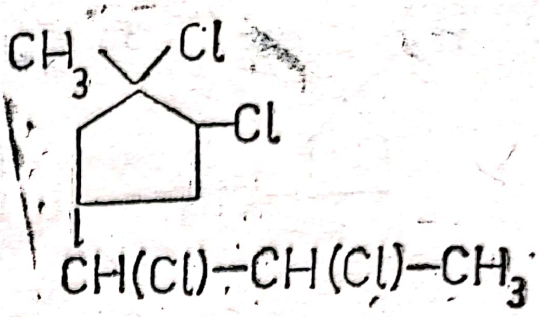
2: 

Scanned with OKEN Scanner

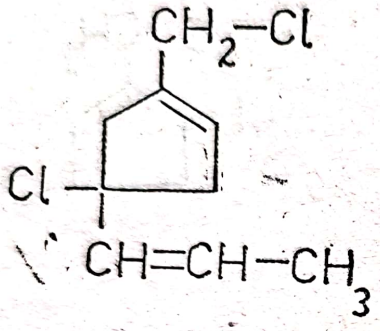
3:

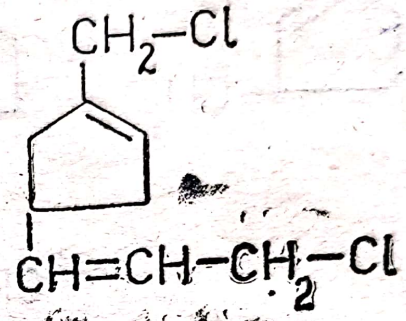


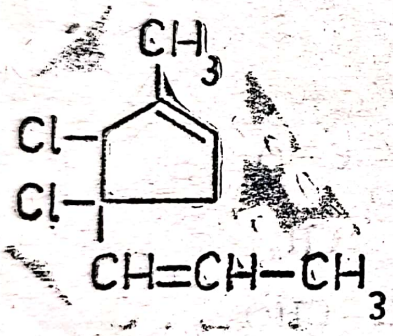
4:

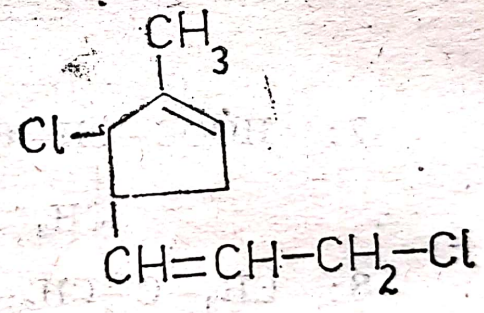


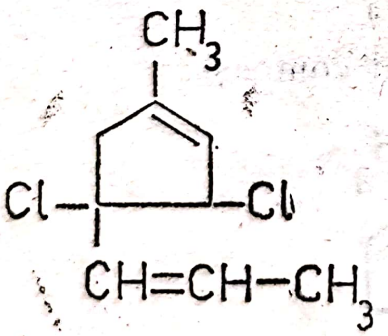
5:

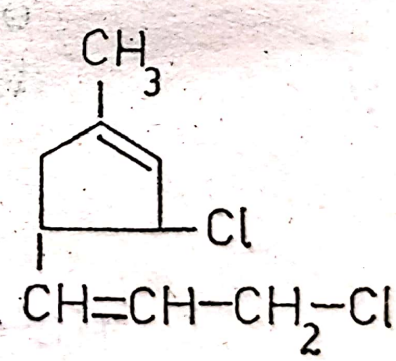




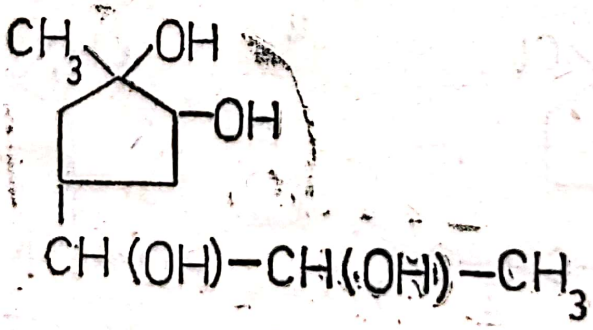








6:



Scanned with OKEN Scanner

7: CH_3COOH și $HOOC-CH_2-\underset{\displaystyle COOH}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$

8: CH_3CHO și $CHO-CH_2-\underset{\displaystyle CHO}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$

3.9. În condiții normale volumul de etenă impură este egal cu 936,95 m³. Volumul de etenă pură este de $936,95 \cdot 0,94 = 880,73$ m³. Cantitatea teoretică de alcool etilic care se poate prepara este egală cu $(46 \cdot 880,73) : 22,4 = 1808,64$ kg. Cantitatea practică de alcool rezultată este de:

$$1500 \cdot 0,8 \cdot 0,96 = 1152 \text{ kg.}$$

Randamentul de obținere al alcoolului etilic este de:

$$= (1152 : 1808,64) \cdot 100 = 63,69\%.$$

3.10. Notînd cu η_1 și η_2 randamentele pentru fiecare treaptă de dehidrogenare randamentul global este egal cu $\eta = (\eta_1 \cdot \eta_2) : 100 = (80 \cdot 75) : 100 = 60\%$.

b) Cantitatea de butan pur este de $6\,000 \cdot 0,975 = 5850$ kg din care teoretic se pot obține $(5850 : 58) \cdot 54 = 5446,55$ kg butadienă. Practic rezultă $(5446,55 \cdot 60) : 100 = 3267,93$ kg C_4H_6 care în c.n. ocupă un volum de 1355,58 m³.

c) Din 5850 kg butan rezultă teoretic $(5850 : 58) \cdot 22,4 = 2259,31$ m³ butenă. Lucrîndu-se cu randament de 80% se obține $(2259,31 \cdot 80) : 100 = 1807,44$ m³ butenă.

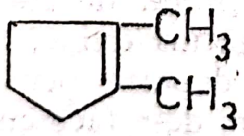
3.11. a) $CH_2=\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}-CH_2-CH_3$

2-metil-1-butenă

b) $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}=\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}-CH_3$

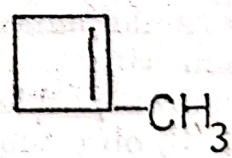
2,3-dimetil-2-butenă

c)



1,2-dimetil-ciclopentenă

d)



1-metil-ciclobutenă

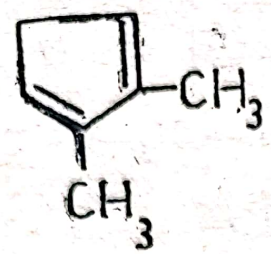
e) $CH_3-CH=\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}=CH_2$

2,3-dimetil-1,3-pentadienă

f) $CH_2=CH-CH=CH_2$

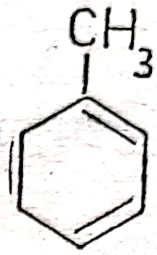
butadienă

g)



2,3-dimetil-1,3-ciclopentadienă
(2,3-dimetilciclopentadienă)

h)



1-metil-1,3-ciclohexadienă

3.12. a) Notînd cu C_xH_y formula moleculară a hidrocarburii și cu t numărul de legături duble C=C din moleculă ecuația reacției de adiție a Cl_2 este:

$$C_xH_y + t\,Cl_2 \rightarrow C_xH_yCl_{2t}$$

Conform enunțului $(12x + y + 71t) : (12x + y) = 2{,}31$ de unde

$$15{,}72x + 1{,}31y = 71t \qquad (1)$$

Deosebim următoarele cazuri chimic posibile:

1) $t = 1$, compus aciclic (alchenă) deci $y = 2x$, (2)

Din (1) și (2) $x = 3{,}87$ soluție care nu convine chimic.

2) $t = 1$, compus ciclic (cicloalchenă) $y = 2x - 2$, (3)

Din (1) și (3) $x = 4$; $y = 6$.

Deci compusul A poate fi o cicloalchenă C_4H_6.

3) $t = 2$, compus aciclic (dienă) $y = 2x - 2$. (4)

Din (1) și (4) rezultă $x = 7{,}88$ soluție care nu convine chimic

4) $t = 2$, compus ciclic $y = 2x - 4$. (5)

Din (1) și (5) rezultă $x = 8$; $y = 12$.

Formula moleculară este C_8H_{12}, compus ciclic cu 2 legături duble (dienă, sau cicloalchenă cu catenă laterală nesaturată sau cicloalcani cu catene laterale nesaturate).

5) $t = 3$, compus aciclic, $y = 2x - 4$ (6)

Din (1) și (6) rezultă $x = 11{,}89$ soluție care nu convine chimic.

6) $t = 3$, compus ciclic, $y = 2x - 6$ (7)

Din (1) și (7) rezultă $x = 12$, $y = 18$.

Formula moleculară este $C_{12}H_{18}$ ea conținînd de exemplu un ciclu saturat iar în catena laterală 3 legături duble.

Analiza problemei poate continua mai departe pentru valori $t \geqslant 3$, observînd prin generalizare că avem de-a face cu compuși ciclici cu formula generală $C_{4x}H_{6x}$ unde $x = 1, 2, 3$ ș.a.m.d.

b) $$C_xH_y + t\,HBr \rightarrow C_xH_{y+t}Br_t$$

t fiind numărul de legături duble din hidrocarbura B.

Conform enunțului $12x = 80t - (0{,}55 \cdot 80) \cdot t$ de unde $x = 3t$.

Deducem că satisfac condiția din enunț toate hidrocarburile nesaturate cu t legături duble în moleculă care au numărul atomilor de carbon egal cu $3t$.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru a deduce numărul atomilor de hidrogen observăm că alcanul cu $3t$ atomi de carbon are $6t + 2$ atomi de hidrogen. Pentru fiecare legătură dublă se scad 2 atomi de hidrogen; pentru t legături duble se scad $2t$ atomi de hidrogen. Deci pentru compușii aciclici cu t legături duble formula cea mai generală este $C_{3t}H_{6t+2-2t}$ sau $C_{3t}H_{4t+2}$. Putem generaliza formula și pentru cazul cînd avem și cicluri. Pentru fiecare ciclu se scad 2 atomi de hidrogen, pentru v cicluri se scad $2v$ atomi de hidrogen. Deci pentru cazul mai general avem:

$C_{3t}H_{4t+2-2v}$ unde $t = 1, 2, 3, \ldots$ numărul de legături duble
$v = 0, 1, 2, \ldots$ numărul de cicluri din moleculă.

Exemple: $t = 1$; $v = 0$ compus aciclic cu o legătură dublă (alchenă) C_3H_6
$t = 1$; $v = 1$ compus monociclic cu o legătură dublă (cicloalchenă) C_3H_4
$t = 1$; $v > 1$ cazuri necorespunzătoare chimic
$t = 2$; $v = 0$ C_6H_{10}
$t = 2$; $v = 1$ C_6H_8
$t = 2$; $v = 2$ C_6H_6 compus cu 2 legături duble și 2 cicluri
$t = 2$; $v > 2$ cazuri necorespunzătoare chimic ș.a.m.d.

3.13. Cantitatea de clorură de terț-butil pură este de 1638,75 kg. Teoretic se pot obține 992,10 kg de izobutenă. Practic rezultă $(992{,}10 \cdot 67) : 100 = 664{,}71$ kg izobutenă pură. Cantitatea de izobutenă de puritate 98% este de 678,27 kg.
Din jumătate din cantitatea de izobutenă astfel preparată se obține izobutan prin hidrogenare care pe urmă servește în etapa a doua în reacție cu cealaltă jumătate din cantitatea de izobutenă la prepararea izooctanului. Din $664{,}71 : 2 = 323{,}35$ kg izobutenă se prepară 344,22 kg izobutan. Cantitatea de izooctan obținută pentru un randament de 100% este de $344{,}22 + 332{,}35 = 676{,}57$. Practic rezultă $(676{,}57 \cdot 60) : 100 = 405{,}94$ kg.

3.14. $CH_2{=}CH{-}CH_3 + Cl_2 \rightarrow CH_2{=}CH{-}CH_2{-}Cl + HCl$

$$CH_2{=}CH{-}CH_3 + Cl_2 \rightarrow \underset{\displaystyle Cl}{\overset{\displaystyle |}{CH_2}}{-}\underset{\displaystyle Cl}{\overset{\displaystyle |}{CH}}{-}CH_3$$

Considerăm că se introduc în proces 100 g propenă și 100 g clor. Notăm cu x numărul de moli de propenă care formează clorură de alil; cu y numărul de moli de propenă care formează diclorpropan; cu z numărul de moli de propenă nereacționată;

Scanned with OKEN Scanner

cu v numărul de moli de clor nereacționați. 100 g propenă reprezintă 2,38 moli iar 100 g clor reprezintă 1,41 moli. Cu notațiile de mai sus se formează sistemul:

$$x + y + z = 2{,}38 \qquad \text{de unde } x = 0{,}8225 \text{ moli}$$
$$x + y + v = 1{,}41 \qquad y = 0{,}1645 \text{ moli}$$
$$v = \frac{30}{100}\,1{,}41 \qquad v = 0{,}423 \text{ moli}$$
$$z = 1{,}393 \text{ moli}$$
$$\frac{76{,}5x}{113} = 3{,}38$$

După reacție o să avem 0,8225 moli clorură de alil (62,92 g); 0,1645 moli diclorpropan (18,58 g) 1,393 moli propenă (58,50 g). Total 140 g amestec. % clorură de alil = 44,94; % diclorpropan = 13,27%; % propenă = 41,78%.

b) 1000 kg clorură de alil reprezintă 13,07 kmoli.

100 kg propenă sau clor .....0,8225 kmoli clorură de alil
x kg propenă sau clor ..... 13,07 kmoli clorură de alil

x = 1 589 kg propenă sau clor.

În volume: 847 m³ propenă și 501,31 m³ clor (c.n.).

3.15. Considerăm un amestec format dintr-un mol de alcan A cu formul C_xH_{2x+2} și un mol de alchenă B cu formula C_yH_{2y}. Masa amestecului este $14x + 2 + 14y$. Conținutul procentual de H din amestec este de:

$$\%H = \frac{2x + 2y + 2}{14x + 2 + 14y}\,100 = 16{,}66 \qquad (1)$$

Pe de altă parte $\rho_A = \rho_B + \frac{57{,}14}{100} \cdot \rho_B$ sau

$\rho_A = \rho_B \cdot 1{,}5714$ care este echivalent cu $M_A = 1{,}5714 \cdot M_B$ de unde

$$14x + 2 = 1{,}5714 \cdot 14y. \qquad (2)$$

Rezolvînd sistemul format de (1) și (2) obținem $x = 3$ $y = 2$. A este propanul și B este etena.

b) Masa moleculară medie a amestecului este egală cu:

$$M = 0{,}5 \cdot 44 + 0{,}5 \cdot 28 = 36$$

Din ecuația de stare $pV = \frac{m}{M}\,RT$ înlocuind $p = 900$ mm Hg (1,184 atm), $V = 100$ l, $M = 36$, $R = 0{,}082$ l atm/mol K și $T = 350°$ K rezultă $m = 148{,}51$ g amestec de propan și etenă.

3.16. Din rezervor a fost scoasă 40% din cantitatea de propenă adică 288 kg.

Scanned with OKEN Scanner

a) La prepararea clorurii de alil s-au întrebuințat $\frac{288}{3} =$ $= 96$ kg propenă și 96 kg clor. Volumul de clor (c.n.) este de 30,28 m³.

b) În exces este propena deci calculele vor fi raportate la clor. Teoretic rezultă $\frac{76,5 \cdot 96}{71} = 103,43$ kg clorură de alil. Practic pentru un randament de 60% s-au obținut $103,43 \cdot 0,60 =$ $= 62,05$ kg.

c) După clorurarea alilică au mai rămas $288 - 96 = 192$ kg propenă din care $\frac{192}{2} = 96$ kg s-au folosit la prepararea alcoolului izopropilic. Teoretic se pot forma $\frac{96 \cdot 60}{42} = 137,14$ kg alcool izopropilic. Practic se obține $112 \cdot \frac{92}{100} = 103,04$ kg. Randamentul de preparare este de $\frac{103,04}{137,14} \cdot 100 = 75,13\%$.

d) Pentru formarea 2-clorpropanului se utilizează tot 96 kg propenă. Teoretic volumul necesar de HCl este de $(96 \cdot 22,4) : 42 = 51,20$ m³. Lucrîndu-se cu un exces de 10% volumul de HCl întrebuințat este de $(51,20 \cdot 110) : 100 = 56,32$ m³ (c.n.)

e) Teoretic rezultă $(96 \cdot 78,5) : 42 = 179,42$ kg 2-clorpropan. Practic rezultă $(179,42 \cdot 79) : 100 = 141,74$ kg 2-clorpropan pur sau $(141,74 \cdot 100) : 99 = 143,17$ kg 2-clorpropan de puritate 99%.

3.17. Un mol dintr-un compus aciclic cu N.E. = 3 poate adiționa 3 moli de Br_2:

$$C_xH_y + 3Br_2 = C_xH_yBr_6$$

Conform enunțului $480 : 12x = 4,444$ de unde $x = 9$ soluție care nu convine chimic, deoarece hidrocarbura C_9H_{14} are $M > 100$.

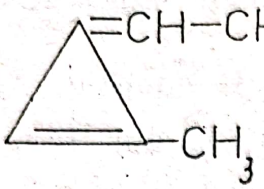
Un mol dintr-un compus ciclic cu N.E. = 3 poate adiționa 2 moli de Br_2 $C_xH_y + 2\,Br_2 = C_xH_y\,Br_4$ de unde $320 : 12x =$ $= 4,444$ iar $x = 6$.

Compușii ciclici cu 2 legături duble sînt ciclodienele. În cazul dat avem ciclodienele C_6H_8. Sînt 4 ciclodiene C_6H_8 care au în moleculă doi atomi de carbon primari:

1,2-dimetilciclobutadienă; 1,3-dimetilciclobutadienă; 1,2-dimetil-3-metilen-1-ciclopropenă și 3-etiliden-1-metil-1-ciclopropenă.

Scanned with OKEN Scanner

La oxidare în mediu acid cu $K_2Cr_2O_7$ formează doi compuși organici 3-etiliden-1-metil-1-ciclopropenă



$$+ 6\,[O] \rightarrow CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-COOH + CH_3COOH$$

3.18. a) Avem 13 alchene C_6H_{12} izomeri de catenă și de poziție și anume:

1) $CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

2) $CH_3-CH=CH-CH_2-CH_2-CH_3$

3) $CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH_3$

4) $CH_2=\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}}-CH_2-CH_2-CH_3$

5) $CH_2=CH-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{CH}}-CH_2-CH_3$

6) $CH_2=CH-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{CH}}-CH_3$

7) $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}}=CH-CH_2-CH_3$

8) $CH_3-CH=\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}}-CH_2-CH_3$

9) $CH_3-CH=CH-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{CH}}-CH_3$

10) $CH_2=\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}}-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{CH}}-CH_3$

11) $CH_2=\underset{\displaystyle C_2H_5}{\overset{\displaystyle |}{C}}-CH_2-CH_3$

Scanned with OKEN Scanner

12) $CH_3-C(CH_3)=C(CH_3)-CH_3$

13) $CH_2=CH-C(CH_3)(CH_3)-CH_3$

Avem 5 alchene C_5H_{10} izomeri de catenă și de poziție și anume:

14) $CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_3$

15) $CH_3-CH=CH-CH_2-CH_3$

16) $CH_2=C(CH_3)-CH_2-CH_3$

17) $CH_2=CH-CH(CH_3)-CH_3$

18) $CH_3-C(CH_3)=CH-CH_3$

Deoarece unicii produși ai oxidării cu $K_2Cr_2O_7$ și H_2SO_4 sînt acetona și acidul acetic rezultă că amestecul poate fi format numai din izomerii 12 și 18 adică din 2,3-dimetil-2-butena și 2-metil-2-butena.

b) Fie x moli de 2,3-dimetil-2-butenă și y moli de 2-metil-2-butenă. Vor rezulta $2x + y$ moli acetonă și y moli acid acetic. Conform condiției din enunț:

$$\frac{m_{\text{acetonă}}}{m_{\text{acid acetic}}} = \frac{2,255}{1} \text{ sau } \frac{(2x+y)\cdot 58}{y\cdot 60} = \frac{2,255}{1}$$

de unde rezultă $\frac{x}{y} = 0,666$ sau $\frac{x}{y} = \frac{2}{3}$.

Procentul molar de 2,3-dimetil-2-butenă va fi egal cu $\frac{2}{5}\cdot 100 = 40\,\%$ iar procentul molar de 2-metil-2-butenă va fi $\frac{3}{5}\cdot 100 = 60\,\%$.

c) Fie a numărul de moli 2,3-dimetil-2-butenă și b numărul de moli de 2-metil-2-butenă care se găsesc în 250 g amestec:

$$\frac{a}{b} = \frac{2}{3}$$

Scanned with OKEN Scanner

$84a + 70b = 250$ rezultă $a = 1{,}32$ moli 2,3-dimetil-2-butenă

$b = 1{,}98$ moli 2-metil-2-butenă

Ecuațiile reacțiilor de oxidare ale celor două alchene sînt:

$$3\,CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}}=\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}}-CH_3 + 2K_2Cr_2O_7 + 8H_2SO_4 \rightarrow$$

$$\rightarrow 6\,CH_3-\overset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle ||}{C}}-CH_3 + 2K_2SO_4 + 2Cr_2(SO_4)_3 + 8H_2O$$

$$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}}=CH-CH_3 + K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \rightarrow$$

$$\rightarrow CH_3-\overset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle ||}{C}}-CH_3 + CH_3COOH + K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 4H_2O$$

Numărul de moli de dicromat de potasiu consumați la oxidare este egal cu $\frac{2a}{3} + b = 2 \cdot \frac{1{,}32}{3} + 1{,}98 = 0{,}88 + 1{,}98 = 2{,}86$

Numărul de echivalenți gram de dicromat de potasiu va fi deci egal cu $2{,}86 \cdot 6 = 17{,}16$.

Volumul soluției 0,7 n necesar oxidării este $\frac{17{,}16}{0{,}7} = 24{,}51$ litri. Deci volumul soluției 0,7 n de dicromat de potasiu necesar la oxidare este de 24,51 litri.

3.19. a) Masa moleculară medie a amestecului este egală cu $2{,}15 \cdot 22{,}4 = 48{,}16$. Notînd cu x și y fracțiile molare ale propenei și respectiv butadienei formăm sistemul $42x + 54y = 48{,}16$

$x + y = 1$ de unde $x = 0{,}4866$ și $y = 0{,}5134$

Procentele molare (egale cu cele volumice) ale celor două hidrocarburi sînt $\%C_3H_6 = 48{,}66\%$ și $\%C_4H_6 = 51{,}34$. Raportul molar $C_3H_6 : C_4H_6 = 48{,}66 : 51{,}34 = 0{,}94$

b) Considerăm 100 litri amestec. El va conține 48,66 litri C_3H_6 (91,23 g) și 51,34 litri C_4H_6 (123,76 g). Masa amestecului $= 91{,}23 + 123{,}76 = 214{,}99$ g $= 215$ g. Procentele masice ale celor două hidrocarburi sînt: $\%_m C_3H_6 = 42{,}43\%$; $\%_m C_4H_6 = 57{,}57\%$.

c) În 10 litri amestec avem 4,866 litri C_3H_6 (0,217 moli) și 5,134 litri C_4H_6 (0,229 moli). Numărul de moli de brom nece-

sari $= 0{,}217 \cdot 1 + 0{,}229 \cdot 2 = 0{,}675$ moli. Numărul de echivalenți gram de brom necesari $= 0{,}675 \cdot 2 = 1{,}35$ de unde volumul soluției $0{,}2 \cdot n = \frac{1{,}35}{0{,}2} = 6{,}75$ litri.

d) În 100 g amestec avem 42,43 g C_3H_6 (1,01 moli) și 57,57 g C_4H_6 (1,06 moli)

$$3C_3H_6 + 5K_2Cr_2O_7 + 20H_2SO_4 =$$
$$= 3CO_2 + 3CH_3COOH + 5K_2SO_4 + 5Cr_2(SO_4)_3 + 23H_2O$$
$$3CH_2=CH-CH=CH_2 + 10K_2Cr_2O_7 + 40H_2SO_4 =$$
$$= 6CO_2 + 46H_2O + 3HOOC-COOH + 10K_2SO_4 + 10Cr_2(SO_4)_3$$

Numărul de moli de dicromat de potasiu necesar este de $\frac{5}{3} \cdot 1{,}01 + \frac{10}{3} \cdot 1{,}06 = 5{,}21$ moli. Cantitatea în grame de dicromat de potasiu este de:
$294 \cdot 5{,}21 = 1531{,}74$ g iar masa soluției 6% este egală cu $1531{,}74 \cdot \frac{100}{6} = 25529$ g $= 25{,}529$ kg.

3.20. 1 mol de hidrocarbură cu N.E. = 3 poate forma prin tratare cu O_3 și H_2O 1 mol de formaldehidă sau maximum doi moli de formaldehidă. Întrucît 3 g formaldehidă = 0,1 moli rezultă că din 4 g hidrocarbură se formează 0,1 moli formaldehidă atunci M = 40. Pentru N.E. = 3 formula hidrocarburii este C_nH_{2n-4}. Pentru n obținem valoarea de $\frac{44}{14} = 3{,}14$ neconvenabilă chimic. În cazul în care 1 mol de hidrocarbură formează 2 moli de formaldehidă $M = 80$ iar pentru n obținem valoarea egală cu 6. Formula moleculară este C_6H_8 și corespunde unei triene. Din ea se formează prin tratare cu O_3 și H_2O numai CH_2O, un compus: glioxalul și H_2O. Hidrocarbura are formula de structură: avînd denumirea: 1,3,5-hexatrienă.

$$CH_2=CH-CH=CH-CH=CH_2 + 3O_3 + 3H_2O \rightarrow$$
$$\rightarrow 2CH_2O + 2CHO-CHO + 3H_2O_2$$

b) $3CH_2=CH-CH=CH-CH=CH_2 + 14K_2Cr_2O_7 + 56H_2SO_4 =$
$= 6CO_2 + 62H_2O + 6HOOC-COOH + 14K_2SO_4 + 14Cr_2(SO_4)_3$

3.21. Masa moleculară medie a amestecului echimasic este deci cu 4% mai mică decît masa moleculară a amestecului echimolar. Notînd cu C_xH_{2x} și C_yH_{2y} formulele celor două alchene masa moleculară medie a amestecului echimolar este $M_1 = 0{,}5 \cdot 14x + 0{,}5 \cdot 14y = 7x + 7y$. Pentru a deduce masa moleculară

Scanned with OKEN Scanner

medie a amestecului echimasic considerăm un amestec format din m grame C_xH_{2x} şi m grame C_yH_{2y}. Masa moleculară medie a acestui amestec este:

$$M_2 = \frac{\frac{m}{14x}\,14x}{\frac{m}{14x}+\frac{m}{14y}} + \frac{\frac{m}{14y}\,14y}{\frac{m}{14x}+\frac{m}{14y}} = \frac{28xy}{x+y}$$

Conform enunţului $M_2 = M_1 - \frac{4}{100} M_1$

$\frac{28xy}{x+y} = 0{,}96(7x+7y)$ de unde $x^2 + y^2 - 2{,}167xy = 0$.

Ţinînd cont că singurele valori posibile pentru x şi y sînt de 2,3 sau 4 deducem dînd de exemplu valori lui x din şirul de numere de mai sus şi rezolvînd apoi ecuaţia în y că $x = 2$, $y = 3$.
Alchenele sînt etena şi propena.

3.22. Pentru fiecare caz în parte se dă ecuaţia reacţiei şi volumul soluţiei 0,4 molar de dicromat de potasiu consumat la oxidare:

a) $3CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_3 + 5K_2Cr_2O_7 + 20H_2SO_4 =$
$= 3CO_2 + 3CH_3CH_2COOH + 5K_2SO_4 + 5Cr_2(SO_4)_3 + 23H_2O$
$V = 2{,}083$ litri

b) $3CH_3{-}CH{=}CH{-}CH_3 + 4K_2Cr_2O_7 + 16H_2SO_4 =$
$= 6CH_3COOH + 4K_2SO_4 + 4Cr_2(SO_4)_3 + 16H_2O$
$V = 1{,}487$ litri

c) $3CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2 + 10K_2Cr_2O_7 + 40H_2SO_4 =$
$= 6CO_2 + 3HOOC{-}COOH + 46H_2O + 10K_2SO_4 +$
$+ 10Cr_2(SO_4)_3$
$V = 7{,}715$ litri

3.23. Hidrocarburile care au N.E.=2 sînt: cicloalchenele, dienele şi alchinele. Hidrocarbura X nu poate fi cicloalchenă, deoarece prin oxidarea cicloalchenelor cu dicromat de potasiu nu se formează doi compuşi organici. De asemenea hidrocarbura X nu poate fi nici alchină deoarece acestea nu se oxidează în condiţiile problemei. Prin urmare hidrocarbura X face parte din clasa dienelor. 31,2 grame acid malonic reprezintă 0,3 moli.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru a obține 0,3 moli acid malonic s-au oxidat tot 0,3 moli dienă. Raportul molar dienă : acid malonic este de 1 : 1, deoarece în cazul formării unei cantități mai mare de acid malonic NE $>$ $>$ 2, fapt care contrazice enunțul. Diena are masa moleculară $M = 37{,}2/0{,}3 = 124$. Considerînd formula generală a unei diene C_nH_{2n-2} rezultă că $14n - 2 = 124$ adică $n = 9$. Hidrocarbura X este o dienă C_9H_{16}.

Deoarece prin oxidare rezultă acid malonic și un alt compus Y diena are structură simetrică :

$$CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH_3$$

sau

$$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}=CH-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}=CH-CH_3$$

Pentru a decide care este structura ce corespunde condițiilor problemei analizăm stoechiometria reacției de oxidare cu dicromat de potasiu

$$3CH_3CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH_3+$$
$$+32H_2SO_4+8K_2Cr_2O_7\rightarrow$$
$$\rightarrow 6CH_3-CH_2-COOH+3HOOC-CH_2-COOH+8K_2SO_4+$$
$$+8Cr_2(SO_4)_3+32H_2O$$

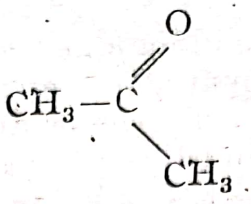
$$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}=CH-CH_2-CH=\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}-CH_3+2K_2Cr_2O_7+8H_2SO_4\rightarrow$$
$$\rightarrow 2CH_3-\underset{\displaystyle O}{\underset{\|}{C}}-CH_3+HOOC-CH_2COOH+2K_2SO_4+2Cr_2(SO_4)_3+$$
$$+8H_2O$$

În 6 litri de soluție 0,6 n de dicromat de potasiu avem $6 \cdot 0{,}6 = 3{,}6$ echivalenți gram adică $3{,}6/6 = 0{,}6$ moli de dicromat de potasiu. În vederea oxidării s-au întrebuințat 0,3 moli hidrocarbură X. Raportul molar hidrocarbură $X : K_2Cr_2O_7 = 0{,}3 : 0{,}6 = 1 : 2$. Prin urmare hidrocarbura X este :

$$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}=CH-CH_2-CH=\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}-CH_3$$

2,6-dimetil-2,5-heptadiena iar compusul Y este acetona.

Scanned with OKEN Scanner



compusul Y acetona.

3.24. Notăm cu a numărul de moli de alchenă C_xH_{2x} și cu b numărul de moli din alcanul C_yH_{y+2}. Amestecul dat este format din 33,6/22,4 = 1,5 moli; deci $a + b = 1{,}5$ (1). Din raportul masic $A : B = 1{,}273$ formăm ecuația $\frac{14x \cdot a}{(14y + 2)b} = 1{,}273$. (2)

După arderea amestecului rezultă un volum de 105,2 litri care este format din CO_2 și eventual O_2. Cele 350 g precipitat de $CaCO_3$ provin din reacția $CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + H_2O$.

Deducem că s-au format prin ardere 3,5 moli CO_2; formăm ecuația: $ax + by = 3{,}5$ (3). Volumul de O_2 în exces este egal cu $105{,}2 - 3{,}5 \cdot 22{,}4 = 26{,}8$ l iar volumul de O_2 consumat la ardere este egal cu $150 - 26{,}8 = 123{,}2$ litri. Ținînd cont de ecuațiile reacțiilor de ardere ale alchenei și alcanului formăm ecuația:

$$22{,}4 \cdot \frac{3ax}{2} + \frac{(3y + 1)b}{2} \cdot 22{,}4 = 123{,}2 \qquad (4)$$

Cu ecuațiile (1), (2), (3) și (4) se formează un sistem care prin rezolvare dă: $x = 2$; $y = 3$; $a = 1$; $b = 0{,}5$.

Deci cele două hidrocarburi sînt etena și propanul.

b) %etenă = 66,67%. %propan = 33,33%.

3.25. a) Sînt posibile două cazuri: etena în exces sau hidrogen în exces. Notăm cu x volumul în litri de etenă și cu y volumul în litri de hidrogen. În cazul în care etena este în exces după terminarea reacției avem y litri etan și $(x - y)$ litri hidrogen. Se poate forma sistemul:

$x + y = 1000$ și $y + x - y = 850$ de unde $x = 850$ litri etenă

și $y = 150$ litri hidrogen.

Compoziția în % de volume este de 85% etenă și 15% H_2. În cazul cînd hidrogenul este în exces se deduce în mod asemănător că în % volum compoziția amestecului este de 85% H_2 și 15% etenă.

b) Notăm cu x volumul în litri de etenă și cu y volumul în litri de hidrogen se formează sistemul:

$$x + y = 672 \text{ și } \frac{x}{22{,}4} \cdot 28 + \frac{y}{22{,}4} \cdot 2 = 268$$ (deoarece masa amestecului după hidrogenare este egală cu masa amestecului supus hidrogenării). Rezolvînd sistemul obținem $x = 179{,}2$

litri etenă și $y = 492{,}8$ litri hidrogen iar compoziția în % de volume a amestecului de etenă și hidrogen este de % etenă = $= 26{,}66\%$; % hidrogen $= 73{,}33\%$.

c) Să considerăm 100 litri amestec gazos format din x litri etenă și y litri hidrogen cu hidrogen în exces ($y > x$). Masa moleculară medie a acestui amestec este $M_1 = \frac{x}{100} \cdot 28 + \frac{y}{100} \cdot 2 =$ $= 0{,}28x + 0{,}02y$.

După terminarea reacției rezultă x litri etan și $(y - x)$ litri hidrogen. Volumul acestui amestec este de y litri. Masa moleculară medie a amestecului gazos rezultat este $M_2 = \frac{x}{y} \cdot 30 +$ $+ \frac{y - x}{y} \cdot 2$.

Conform enunțului $M_2 = 1{,}25 \cdot M_1$. Formăm sistemul:

$$x + y = 100$$

$$\frac{x}{y} 30 + \frac{y - x}{y} 2 = 1{,}25\ (0{,}28x + 0{,}02y)$$

de unde $x = 20$ și $y = 80$. Deci compoziția în procente de volume a amestecului inițial este de 20% etenă și 80% hidrogen. În cel de-al doilea caz posibil considerăm un alt amestec gazos cu volumul de 100 litri format din x litri de etenă și y litri hidrogen cu etenă în exces ($x > y$). Raționînd analog deducem $M_1 = 0{,}28x + 0{,}02y$ și $M_2 = \frac{y}{x} \cdot 30 + \frac{x - y}{x} \cdot 28$ și rezolvînd sistemul $x + y = 100$ și $M_2 = 1{,}25 \cdot M_1$ deducem $x = 80$ și $y = 20$.

În acest caz compoziția procentuală volumică a amestecului este de 80% etenă și 20% hidrogen.

3.26. a) 1,12 litri (c.n.) de hidrocarbură X reprezintă 0,05 moli. De asemenea 746 ml H_2 măsurați la 273°K și 1,5 atm. este volumul ocupat de 0,05 moli H_2. Deoarece raportul molar $X/H_2 = 1 : 1$ rezultă că hidrocarbura X conține o legătură dublă, ea putînd fi o alchenă sau o cicloalchenă. În primul caz ecuația reacției cu HBr este $C_nH_{2n} + Br_2 = C_nH_{2n}Br_2$ putîndu-se scrie ecuația $(14n + 160) \cdot 1{,}35 = 5{,}35 \cdot 14n$ de unde $n = 3{,}85$ soluție care nu convine chimic. În al doilea caz ecuația reacției este de:

$$C_nH_{2n-2} + Br_2 = C_nH_{2n-2}Br_2$$

Ecuația în n se scrie de astă dată astfel:

$$(14n + 158) \cdot 1{,}35 = 5{,}35\ (14n - 2)$$

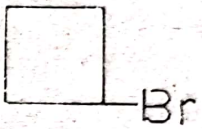
Scanned with OKEN Scanner

de unde $n = 4$. Formula moleculară este C_4H_6 și ținînd cont de condiția impusă în enunț deducem formula de structură:

ciclobutena

b)

$+ HBr \rightarrow$



$+ O_3 + H_2O \rightarrow CHO-CH_2-CH_2-CHO + H_2O_2$

$+ 4[O] \xrightarrow[H_2SO_4]{K_2Cr_2O_7} HOOC-CH_2-CH_2-COOH$

3.27. În 714 ml soluție de dicromat de potasiu 0,1 n sînt 0,0714 echiv. gram adică $0,0714 : 6 = 0,0119$ moli dicromat de potasiu. În c.n. volumul de CO_2 degajat este de 200 ml ceea ce reprezintă 0,00893 moli CO_2. Indiferent de formula structurală a alchenei numărul de moli de alchenă supusă oxidării este tot de $8,93 \cdot 10^{-3}$ moli. Raportul molar alchenă/dicromat $= 8,93 \cdot 10^{-3} / 1,19 \cdot 10^{-2} = 3 : 4$. Rezultă că alchena cu formula generală C_nH_{2n} este de tipul $R-\underset{\displaystyle R'}{\overset{\displaystyle |}{C}}=CH_2$. La arderea unei probe identice de alchenă, probă conținînd $8,93 \cdot 10^{-3}$ moli se va forma un amestec echimolar de CO_2 și H_2O adică $n \cdot 8,93 \cdot 10^{-3}$ moli CO_2 și $n \cdot 8,93 \cdot 10^{-3}$ moli H_2O. Masa amestecului de CO_2 și H_2O egală conform enunțului cu 2,214 este de $8,93 \cdot 10^{-3} \cdot 44n + 8,93 \cdot 10^{-3} \cdot 18n = 0,5536n$. Deci $0,5536n = 2,214$ de unde $n = 4$. Alchena X are formula moleculară C_4H_8 și este de tipul $R-\underset{\displaystyle R'}{\overset{\displaystyle |}{C}}=CH_2$

deci X este izobutena $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}}=CH_2$.

3.28. Considerăm un mol de alchenă C_xH_{2x} și un mol de alchenă C_yH_y. Prin bromurare formează un amestec echimolar de $C_xH_{2x}Br_2$ și $C_yH_{2y}Br_2$. Conținutul procentual de brom din acest amestec este de 76,55%. Putem scrie $\frac{320}{14x + 14y + 320} \cdot 100 = 76,55$ de unde $x + y = 7$.

Sînt posibile două cazuri:
a) amestec de etenă și pentenă C_5H_{10}
b) amestec de propenă și o butenă C_4H_8.
Deoarece la oxidare unicul produs organic este acidul acetic rezultă ca unică soluție amestecul de propenă și 2-butenă.

3 29. a) 53,76 m^3Cl_2 reprezintă excesul de 10%; rezultă de aici cantitatea teoretic necesară ca fiind de 537,6 m^3Cl_2 adică 24 kmoli Cl_2. Notînd cu x numărul de kmoli de etenă și cu y numărul de kmoli de butadienă formăm sistemul: $28x + 54y = 652$; $x + 2y = 24$ de unde $x = 4$ kmoli etenă și $y = 10$ kmoli butadienă. Compoziția în procente molare a amestecului este de 28,57% etenă și 71,43% butadienă.

b) Rezultă 4 kmoli de $C_2H_4Cl_2$ (396 kg) și 10 kmoli $C_4H_6Cl_4$ (1960 kg). În total se formează 2356 kg amestec de derivați clorurați.

3.30. a) După arderea amestecului de hidrocarburi și condensarea vaporilor de apă mai rămîn 265 litri gaze formate din CO_2 și O_2 în exces. Volumul de CO_2 este de 265 — 15 = 250 litri. În exces sînt 15 litri O_2; rezultă că volumul de O_2 consumat la ardere este de 410 — 15 = 395 l. Notînd cu x volumul de metan (în litri), y volumul în litri de etan și cu z volumul de propenă (în litri) formăm sistemul $x + y + z = 100$; $x + 2y + 3z = 250$ și $2x + 3{,}5y + 4{,}5z = 395$ de unde $x = 10$ litri CH_4; $y = 30$ litri C_2H_6 și $z = 60$ litri C_3H_6. Compoziția în % de volume a amestecului este de: 10% CH_4; 30% C_2H_6 și 60% C_3H_6.

b) În 100 litri amestec avem 10 litri CH_4 (7,14 g), 30 litri etan (40,17 g), 60 litri C_3H_6 (112,50 g); de unde raportul masic $CH_4 : C_2H_6 : C_3H_6 = 1 : 5{,}62 : 15{,}75$.

3.31. a) 2,4 g acid acetic reprezintă 0,04 moli acid acetic
2,08 g acid malonic reprezintă 0,02 moli acid malonic.
Raportul molar acid acetic : acid malonic = 2 : 1. Analizînd natura produșilor de reacție deducem că hidrocarbura respectivă face parte din clasa dienelor și mai precis 2,5-heptadiena:

$$CH_3-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_3.$$

b) $3CH_3-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_3 + 8K_2Cr_2O_7 +$

$+ 32H_2SO_4 = 6CH_3COOH + 3HOOC-CH_2-COOH +$

$+ 8K_2SO_4 + 8Cr_2(SO_4)_3 + 32H_2O$

Scanned with OKEN Scanner

Sînt posibile două cazuri:
a) amestec de etenă și pentenă C_5H_{10}
b) amestec de propenă și o butenă C_4H_8.
Deoarece la oxidare unicul produs organic este acidul acetic rezultă ca unică soluție amestecul de propenă și 2-butenă.

3 29. a) 53,76 m^3Cl_2 reprezintă excesul de 10%; rezultă de aici cantitatea teoretic necesară ca fiind de 537,6 m^3Cl_2 adică 24 kmoli Cl_2. Notînd cu x numărul de kmoli de etenă și cu y numărul de kmoli de butadienă formăm sistemul: $28x + 54y = 652$; $x + 2y = 24$ de unde $x = 4$ kmoli etenă și $y = 10$ kmoli butadienă. Compoziția în procente molare a amestecului este de 28,57% etenă și 71,43% butadienă.

b) Rezultă 4 kmoli de $C_2H_4Cl_2$ (396 kg) și 10 kmoli $C_4H_6Cl_4$ (1960 kg). În total se formează 2356 kg amestec de derivați clorurați.

3.30. a) După arderea amestecului de hidrocarburi și condensarea vaporilor de apă mai rămîn 265 litri gaze formate din CO_2 și O_2 în exces. Volumul de CO_2 este de 265 — 15 = 250 litri. În exces sînt 15 litri O_2; rezultă că volumul de O_2 consumat la ardere este de 410 — 15 = 395 l. Notînd cu x volumul de metan (în litri), y volumul în litri de etan și cu z volumul de propenă (în litri) formăm sistemul $x + y + z = 100$; $x + 2y + 3z = 250$ și $2x + 3{,}5y + 4{,}5z = 395$ de unde $x = 10$ litri CH_4; $y = 30$ litri C_2H_6 și $z = 60$ litri C_3H_6. Compoziția în % de volume a amestecului este de: 10% CH_4; 30% C_2H_6 și 60% C_3H_6.

b) În 100 litri amestec avem 10 litri CH_4 (7,14 g), 30 litri etan (40,17 g), 60 litri C_3H_6 (112,50 g); de unde raportul masic $CH_4 : C_2H_6 : C_3H_6 = 1 : 5{,}62 : 15{,}75$.

3.31. a) 2,4 g acid acetic reprezintă 0,04 moli acid acetic
2,08 g acid malonic reprezintă 0,02 moli acid malonic.
Raportul molar acid acetic : acid malonic = 2 : 1. Analizînd natura produșilor de reacție deducem că hidrocarbura respectivă face parte din clasa dienelor și mai precis 2,5-heptadiena:

$$CH_3-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_3.$$

b) $$3CH_3-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_3+8K_2Cr_2O_7+$$
$$+32H_2SO_4=6CH_3COOH+3HOOC-CH_2-COOH+$$
$$+8K_2SO_4+8Cr_2(SO_4)_3+32H_2O$$

Scanned with OKEN Scanner

Pentru a se forma 6 moli CH_3COOH .... $8 \cdot 294$ g $K_2Cr_2O_7$

0,04 moli CH_3COOH x

$x = 15{,}68$ g $K_2Cr_2O_7$; masa soluției 5% = 313,6 g soluție $K_2Cr_2O_7$

3.32. Ecuația reacției de oxidare este:

$$3C_nH_{2n} + 2KMnO_4 + 4H_2O = 3C_nH_{2n}(OH)_2 + 2KOH + 2MnO_2$$

În 400 ml soluție de $KMnO_4$ 0,1 n avem 0,04 echivalenți gram care corespund la 0,04/3 = 0,0133 moli $KMnO_4$.

$3 \cdot 14\,n$ g alchenă ..... 2 moli $KMnO_4$

1,68 g alchenă ..... 0,0133 moli $KMnO_4$

$n = 6$

Formula moleculară a alchenei este C_6H_{12}. La oxidare cu $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$ consumă cantitatea minimă de oxidant 2,3-dimetil-2-butenă.

$$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}}=\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}}-CH_3 + 2[O] \xrightarrow[H_2SO_4]{K_2Cr_2O_7} 2\,CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}}=O$$

3.33. Din 200 g alcool izobutilic (2,70 moli) rezultă la un randament de 60% o cantitate de 1,62 moli izobutenă. Pentru oxidarea cu o soluție neutră de $KMnO_4$ conform ecuației:

$$3CH_2=\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}}-CH_3 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow$$

$$\rightarrow 3CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle OH}{\overset{\displaystyle |}{C}}}-\underset{\displaystyle OH}{\overset{\displaystyle |}{CH_2}} + 2KOH + 2MnO_2$$

se vor consuma $\frac{2 \cdot 0{,}81}{3} = 0{,}54$ moli $KMnO_4$ respectiv $0{,}54 \cdot 3 = 1{,}62$ echivalenți gram care vor fi conținuți în $\frac{1{,}62}{0{,}75} = 2{,}16$ litri

soluție $KMnO_4$ 0,75 n. Pentru oxidarea cu o soluție acidulată de $K_2Cr_2O_7$ conform ecuației:

$$3CH_2=\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}}-CH_3+4K_2Cr_2O_7+16H_2SO_4 =$$

$$=3CO_2+19H_2O+3CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}}=O+4K_2SO_4+4Cr_2(SO_4)_3$$

cei 0,81 moli de izobutenă vor reacționa cu $0{,}81 \cdot \frac{4}{3} =$ $= 1{,}08$ moli $K_2Cr_2O_7$ adică cu 6,4 echiv. gram care vor fi conținuți în 5,4 l soluție 1,2 n.

3.34. a) $C_nH_{2n} + Cl_2 = C_nH_{2n}Cl_2$
În c.n. volumul de Cl_2 este de 1,12 ml.

22,4 ml Cl_2 ..... $14n+71$ mg produs clorurat
1,12 ml Cl_2 ..... 5,65 mg produs clorurat

$n = 3$.

Hidrocarbura este propena C_3H_6: $CH_2=CH-CH_3$

b) $C_nH_{2n}+Br_2 = C_nH_{2n}Br_2$

În 600 ml soluție apă de brom 0,1 n avem 0,06 echivalenți gram respectiv 0,03 moli Br_2.

$14n$ g alchenă ..... 1 mol Br_2
0,84 g alchenă ..... 0,03 moli Br_2

$n = 2$.

Hidrocarbura B este etena C_2H_4: $CH_2=CH_2$

c) 14 g alchenă C cu formula generală reprezintă $14/14n =$ $= 1/n$ moli. La clorurarea ei se introduc $4 \cdot \frac{1}{n}$ moli clor din care $\frac{4}{n} - \frac{1}{n} = \frac{3}{n}$ moli Cl_2 sînt în exces și care ocupă în c.n. conform enunțului un volum de 16,8 litri. Deci $\frac{3}{n} \cdot 22{,}4 = 16{,}8$ de unde $n = 4$. Alchena C are formula moleculară C_4H_8 și este una din cele 3 butene izomere $CH_2=CH-CH_2-CH_3$ (1-butenă); $CH_3-CH=CH-CH_3$ (2-butena) și $CH_2=\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}}-CH_3$ (izobutena).

Scanned with OKEN Scanner

3.35. a) Masa moleculară a compusului A este de $2{,}1875 \cdot 32 = 70$. Au fost supuși hidrogenării $\frac{1{,}4}{70} = 0{,}02$ moli compus organic A. Numărul de moli de hidrogen consumați este egal cu $\frac{1{,}315 \cdot 0{,}465}{0{,}082 \cdot 373} = 0{,}02$ moli. Raportul molar compus $A : H_2 = 1 : 1$; rezultă că compusul A are o legătură dublă.

b) Numărul de moli de compus B este egal cu $\frac{23{,}66 - 10^{-3} \cdot 273}{323 \cdot 22{,}4} = 8{,}93 \cdot 10^{-4}$ moli. Numărul de moli de H_2 consumați este $\frac{0{,}08791 \cdot 0{,}5}{0{,}082 \cdot 300} = 1{,}786 \cdot 10^{-3}$ moli. Raport molar $B{:}H_2 = 8{,}93 \cdot 10^{-4} : 1{,}786 \cdot 10^{-3} = 1 : 2$. Rezultă că compusul B are două legături duble.

c) În c.n. densitatea vaporilor C ar avea valoarea de $\frac{3{,}33 \cdot 1 \cdot 373}{1{,}5 \cdot 273} = 3{,}03$ g/l. Masa moleculară a compusului este de $3{,}03 \cdot 22{,}4 = 68$. Numărul de moli din compusul C este de $\frac{3{,}4}{68} = 0{,}05$. Cantitatea de brom reacționată este de $400 \frac{2}{100} = 8$ g adică 0,05 moli.
Raportul molar $C : Br_2 = 1 : 1$. Compusul C are o legătură dublă.

3.36. Considerăm 100 moli amestec format din x moli 1-butenă, y moli 2-butenă și z moli izobutenă. Deci $x + y + z = 100$ (1). Prin adiție de HCl se formează $(x + y)$ moli clorură de sec-butil și z moli clorură de terț-butil. Conform enunțului $\frac{z}{x+y} = \frac{2}{1}$ (2). La oxidarea amestecului cu dicromat de potasiu și acid sulfuric se vor forma x moli acid propionic (acid A) $2y$ moli acid acetic (acid B) și z moli acetonă. Conform enunțului $\frac{74x}{2y \cdot 60} = 1{,}621$ (3). Rezolvînd sistemul format din ecuațiile (1), (2) și (3) obținem $x = 24{,}13$ moli 1-butenă $y = 9{,}20$ moli 2-butenă $z = 66{,}66$ moli izobutenă. Substanțele fiind izomere procentele molare = procentele masice, deci %1-butenă = 24,13%; %2-butenă = 9,20%; %izobutenă = 66,66%.

2) Substanțele fiind izomere masa moleculară medie $M = 56\,386{,}4$ g amestec reprezintă 6,90 moli. Teoretic pentru hidrogenarea a 6,90 moli butenă sînt necesari 6,90 moli H_2. Excesul de hidrogen este de $0{,}20 \cdot 6{,}90 = 1{,}38$ moli. În amestecul inițial avem $6{,}90 \cdot 0{,}2413 = 1{,}66$ moli 1-butenă; $6{,}90 \cdot 0{,}0920 = 0{,}63$ moli 2-butenă și $6{,}90 \cdot 0{,}6666 = 4{,}60$ moli izobutenă.

Scanned with OKEN Scanner

Amestecul gazos rezultat la hidrogenare va conține 1,66 + 0,63 = = 2,29 moli normal butan, 4,60 moli izobutan și 1,38 moli hidrogen. În total 8,27 moli. Procentele molare fiind egale cu cele de volum se deduce că % *n*-butan = 27,69% %izobutan = = 55,62%; $\%H_2 = 16,68\%$. Masa moleculară medie a amestecului este de $M = 0,2769 \cdot 58 + 0,5562 \cdot 58 + 0,1668 \cdot 2 =$ $= 48,65$. Densitatea sa în raport cu aerul $\rho_{aer} = \frac{48,68}{28,9} = 1,68$.

3.37. a) Considerăm 100 g amestec de $C_2H_4 + C_3H_6$ și fie x și y numărul de moli de etenă și respectiv propenă din amestec. Cantitatea de HBr reacționată este de 231,43 g adică 2,857 moli. Formăm sistemul $x + y = 2,857$ și $28x + 42y = 100$ care prin rezolvare dă $x = 1,428$ $y = 1,429$. Amestecul de alchene este echimolar, în procente de volume compoziția sa este de 50% etenă și 50% propenă.

b) Notăm cu a numărul de moli de etenă respectiv propenă dintr-o tonă de amestec. $28a + 42a = 1000$ de unde $a = 14,285$ kmoli etenă sau propenă. Lucrîndu-se cu un exces de 10% se vor folosi $28,57 \cdot 1,10 = 31,427$ kmoli HCl care în c.n. ocupă un volum de 703,96 m^3.

3.38. Considerăm un amestec format din 160 g brom și 160 g alchenă cu formula C_nH_{2n}. Întreaga cantitate de brom (un mol) va reacționa cu un mol alchenă ($14n$ g) formînd un mol derivat dibromurat ($160 + 14n$ g) rămînînd nereacționate $160 - 14n$ g alchenă. Amestecul de reacție obținut este compus din $160 + 14n$ derivat dibromurat și $160 - 14n$ g alchenă; masa amestecului este deci de 320. Conform enunțului procentul masic al alchenei în acest amestec este de 19,35%. Formăm ecuația:

$$\frac{160 - 14n}{320} \cdot 100 = 19,35 \text{ de unde } n = 7.$$

Întrucît alchena X formează prin oxidare energică 2 cetone și are formula moleculară C_7H_{14} deducem formula de structură:

$$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}} = \underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}}-CH_2-CH_3$$

2,3-dimetil-2-pentenă.

3.39. Dacă masa moleculară a alchenei este $M_1 = 14n$ atunci masa moleculară a alcoolului format prin adiția apei este $M_2 = 14n + 18$. Conform enunțului $M_2 = 1,2143\ M_1$. Deci $14n + 18 = 1,2143 \cdot 14n$ de unde $n = 6$. Alchena A este o hexenă cu formula moleculară C_6H_{12}. La oxidare au fost consumați $4,2/84 = 0,05$ moli alchenă A și $0,4 \cdot 0,5 = 0,2 = 0,2$ echivalenți

Scanned with OKEN Scanner

gram de dicromat de potasiu, respectiv 0,2/6=0,033 moli dicromat de potasiu. Raportul molar alchenă/dicromat de potasiu = = 0,05 : 0,033 = 3 : 2. care corespunde unei alchene de tipul:

$$R-\underset{\displaystyle R'}{\overset{|}{C}}=\underset{\displaystyle R''}{\overset{|}{C}}-R'''$$

Pentru cazul dat deducem că alchena *A* este 2,3-dimetil-2-butena:

$$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}=\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}-CH_3$$

3.40. Numărul de moli de 2-butenă supusă oxidării este de $\frac{1 \cdot 9,23}{0,082 \cdot 300} = 0,375$ moli.

$$3CH_3-CH=CH-CH_3+4K_2Cr_2O_7+16H_2SO_4=$$
$$=6CH_3COOH+4K_2SO_4+4Cr_2(SO_4)_3+16H_2O.$$

Numărul de moli de dicromat de potasiu consumați la oxidare este de 0,5 moli care conțin 0,5 · 6 = 3 echivalenți gram dicromat de potasiu. Normalitatea soluției de dicromat este de 3/5= = 0,6*n*.

3 $+4K_2Cr_2O_7+16H_2SO_4=3HOOC-(CH_2)-COOH+$
$+4K_2SO_4+4Cr_2(SO_4)_3+16H_2O$

În 4 litri soluție 0,6 *n* de dicromat de potasiu avem 2,4 echivalenți gram respectiv 0,4 moli dicromat de potasiu care vor reacționa cu 0,3 moli ciclohexenă adică cu 24,6 g ciclohexenă.

3.41. Notăm cu *x*, *y* și *z* numărul de moli de etenă, propenă și respectiv butadienă din amestec. În 13.2 litri soluție 0,5 *n* de Br_2 avem 6,6 echivalent gram respectiv 3,3 moli Br_2. Formăm sistemul de ecuatii: $x + y + 2z = 3,3$; $\frac{28x}{42y} = \frac{1}{2,5}$ și $\frac{28x}{54z} = \frac{1}{4}$ care prin rezolvare dă $x = 0,48$ moli etenă, $y = 0,806$ moli propenă și $z = 1$ mol butadienă. În total 2,29 moli. Volumul amestecului este de 2,29 · 22,4 = 51,296 litri.

b) Se formează 0,484 moli $C_2H_4Br_2$ (91 g), 0,806 moli $C_3H_6Br_2$ (162,81 g) și 1 mol $C_4H_6Br_4$ (374 g). În total 627,81 g. Cantitatea de brom din acest amestec este egală cu cea conținută în cei 13,2 litri soluție 0,5 *n* adică 3,3 · 160 = 528 g Br_2. Procentul de masă de brom din amestec este de:

$$\frac{528}{627,81} \cdot 100 = 84,10\,\%.$$

3.42. a) Notăm cu x numărul de kmoli de butan dehidrogenaţi la butenă, cu y numărul de kmoli de butan dehidrogenaţi la butadienă şi cu z numărul de kmoli de butan netransformaţi. Cantitatea totală de butan (580 kg) reprezintă 10 kmoli. Deci $x + y + z = 10$ (1). Din procesul respectiv au rezultat 291,2 m³ H_2 adică 13 kmoli H_2. Putem scrie: $x + 2y = 13$ (2). Masa amestecului de hidrocarburi obţinut este egal cu masa totală butan-masa H_2 degajat $= 580 - 13 \cdot 2 = 554$ kg. În acest amestec avem $0{,}3140 \cdot 554 = 174$ kg butan nereacţionat adică 3 kmoli . Deci $z = 3$. Cu ecuaţiile (1) , (2) şi valoarea pentru $z = 3$ se determină că $x = 1$; $y = 6$. Se formează 6 kmoli butadienă adică 324 kg butadienă.

b) Amestecul de hidrocarburi rezultat este format din 1 kmol butenă, 6 kmoli butadienă şi 3 kmoli butan. În total 10 kmoli care ocupă în c.n. un volum de 224 m³.

3.43. a) Notînd cu x, y şi z volumele de butan care s-au transformat în etenă, propenă şi respectiv rămas netransformat putem scrie că:

$$\text{C.T.} = \frac{x+y}{x+y+z}\,100;\quad \text{C.U.} = \frac{x}{x+y+z}\,100;\quad \eta = \frac{x}{x+y}\,100.$$

Pentru $x = 500$ C.T. $= 95\%$ şi $\eta = 80\%$, obţinem valorile $x = 500$, $y = 125$ şi $z = 32{,}89$ m³. Volumul de butan întrebuinţat este de $500 + 125 + 32{,}89 = 657{,}89$ m³ (c.n.) care corespunde la 29,37 kmoli sau 1703,46 kg *n*-butan.

b) Amestecul gazos rezultat este format din 500 m³ etenă (625 kg), 500 m³ etan (669,64 kg), 125 m³ metan (89,28 kg), 125 m³ propenă (234,37 kg) şi 32,89 m³ *n*-butan (85,16 kg). Masa amestecului gazos este de 1703,45 kg. În procente masice compoziţia sa este de $\%C_2H_4 = 36.69\%$; $\%C_2H_6 = 39{,}31\%$ $\%CH_4 = 5{,}24\%$; $\%C_3H_6 = 13{,}75\%$ şi $\%C_4H_{10} = 5\%$.

c) Din 500 m³ etenă teoretic se pot forma 1026,78 kg alcool etilic. Pentru un $\eta = 80\%$ se obţin 821,42 kg alcool. Masa soluţiei de alcool etilic va fi de 855,65 kg iar volumul acestei soluţii de 1069,56 litri.

d) 125 m³ propenă reprezintă volumul ocupat de 5,58 kmoli. În proces au fost introduşi 16,74 kmoli benzen din care au reacţionat 5,58 kmoli iar 11,16 kmoli benzen adică 870,48 kg benzen au rămas nereacţionaţi.
În final masa de reacţie este formată din 5,58 kmoli izopropil benzen (669,6) şi 870,48 kg benzen. În total 1540,08 kg. Compoziţia procentuală masică a acestui amestec este de % izopropilbenzen $= 43{,}48\%$ şi % benzen $= 56{,}52\%$

Scanned with OKEN Scanner

CUPRINS

Cuvînt înainte 5

1. INTRODUCERE ÎN CHIMIA ORGANICĂ

ENUNȚURI 7

REZOLVĂRI 11

2. HIDROCARBURI SATURATE

ENUNȚURI 21

REZOLVĂRI 28

3. HIDROCARBURI NESATURATE CU LEGĂTURI DUBLE

ENUNȚURI 50

REZOLVĂRI 61

Redactor: MONICA CREMENE
Tehnoredactor: GHEORGHE SĂNDU
Corector: MARIA BUZURA

Apărut: 1993. Bun de tipar: 17. XII. 1992. Comanda nr. 3361. Coli de tipar: 6,25. Tiraj: 7010 + 80 SP + 20 exp. + 30 p. broșate. Hîrtie: velină 70 g/mp. Format: 70 × 100/16.

Tiparul executat sub comanda nr. 300 la Imprimeria „ARDEALUL" Cluj-Napoca, B-dul 22 Decembrie nr. 146.

ROMÂNIA

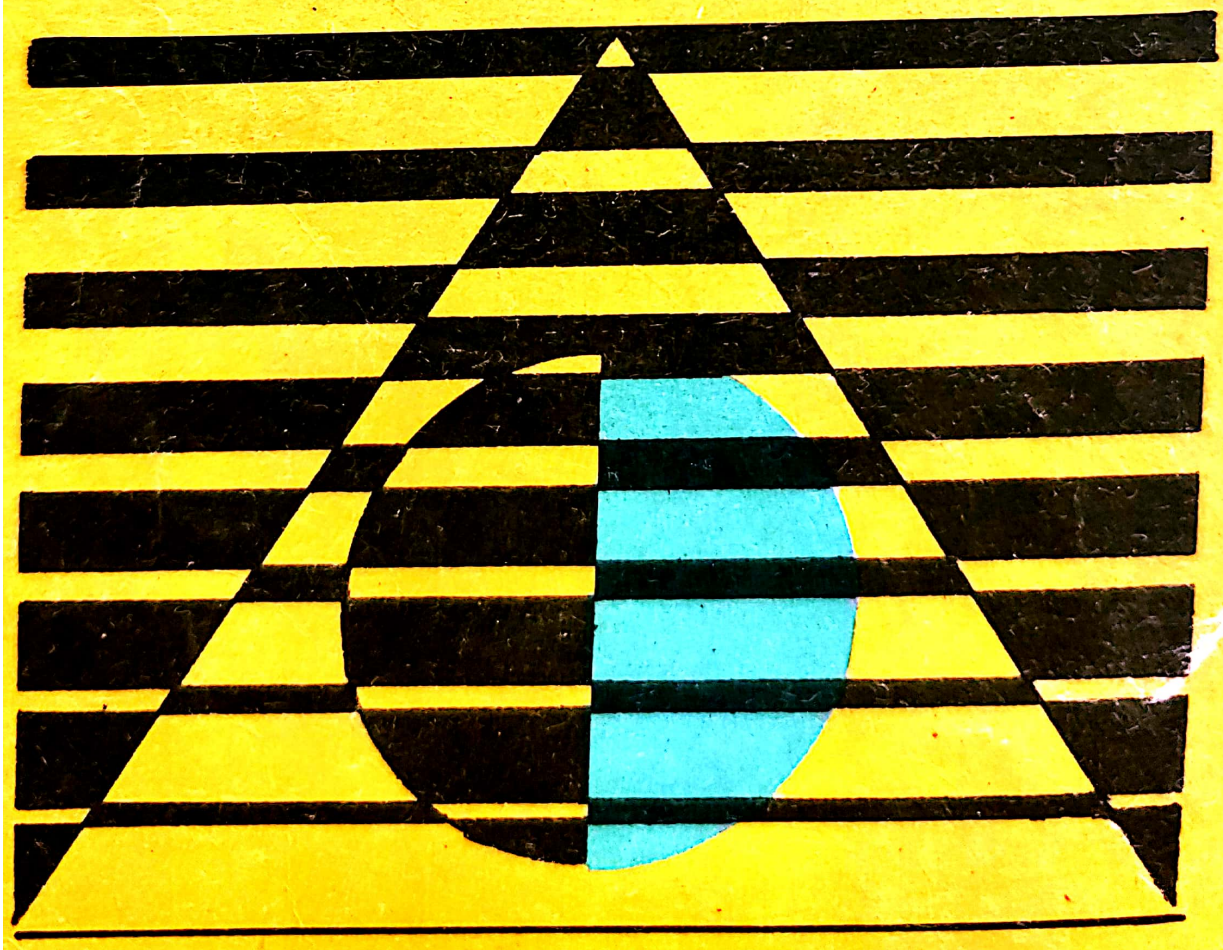
Scanned with OKEN Scanner

EDITURA DACIA

- Doriţi să reuşiţi la examenul de admitere la facultăţile unde chimia organică este materie de examen ?
- Doriţi să vă consolidaţi cunoştinţele de chimie organică ?
- Doriţi să cîştigaţi la olimpiada de chimie ?

Această carte vă oferă un instrument de lucru apt să vă ajute în realizarea dorinţelor.

Rezolvînd problemele propuse de autor vă veţi verifica cunoştinţele de chimie dobîndite în ultimele clase de liceu şi veţi fi pregătiţi pentru orice examen din chimia organică.



Lei 275,–

ISBN 973-35-0276-6

Scanned with OKEN Scanner